Е. А. Прохоров

Адаптеризация музыкальных инструментов



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

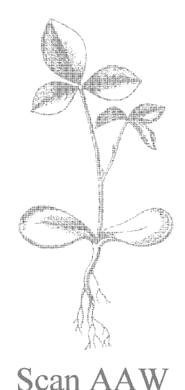
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 596

Е. А. ПРОХОРОВ

АДАПТЕРИЗАЦИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Второе издание, переработанное и дополненное





ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1966 ЛЕНИНГРАД

УДК 681.828
П 78

В брошюре изложены результаты практической работы автора по адаптеризации струнных, главным образом щипковых, музыкальных инструментов. Особое внимание уделено самостоятельному изготовлению и использованию различных звукоснимателей (адаптеров). Подробно описаны конструкции гавайской электрогитары и камертонных генераторов (электрокамертонов). Приведены простые схемы усилителей низкой частоты и вибрато. Рассмотрено несколько конструкций педалей для регулирования громкости звука. Описаны также различные способы возбуждения и преобразования колебаний некоторых вибраторов.

Предназначена для радиолюбителей, интересующихся конструированием электромузыкальных инструментов.

Прохоров Евгений Александрович

Адаптеризация музыкальных инструментов,

М.—Л., изд-во «Энергия», 1965.

72 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека, вып. 596).

3-4-5
380-66

Редактор *И. Д. Симонов* Техн. редактор *В. Н. Малькова*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 24/XII 1965 г. Подписано к печати 12/III 1966 г.
Т-04025 Бумага типографская № 2 $84 \times 108^1/_{32}$ Печ. л. 3,78 Уч.-изд. л. 3,55
Тираж 25 000 Цена 14 коп. Заказ 803

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в распоряжении музыкантов имеется значительное количество самых различных музыкальных инструментов. Современная техника довела многие из них до высокой степени совершенства.

Однако, несмотря на очень большие музыкально-технические возможности многих струнных инструментов, у них все же имеется (особенно у щипковой группы) весьма существенный недостаток — сравнительно малая громкость их звучания.

В прошлом предпринимались неоднократные попытки увеличить громкость звучания гитары. Для этого, увеличивали корпус инструмента, применяли дополнительные раструбы, двойное дно и т. д. Однако все эти изменения делали инструмент слишком громоздким и неудобным для игры, а эффект увеличения громкости получался сравнительно небольшим.

Радикальным средством увеличения силы звука струнных музыкальных инструментов является их *адаптеризация*. При адаптеризации на музыкальном инструменте устанавливается специальный прибор, называемый *адаптером* или *звукоснимателем*, преобразующий механические колебания струн или корпуса инструмента в колебания электрического тока. Эти колебания затем усиливаются усилителем низкой частоты и воспроизводятся громкоговорителем.

Адаптеризация дает возможность использовать струнные инструменты, обладающие малой естественной громкостью, в больших концертных залах и на открытых площадках, расширяя круг слушателей.

Свойство звукоснимателя воспринимать колебания струн или корпуса музыкального инструмента, не реагируя (в отличие от микрофона) на посторонние звуки,

позволяет вести радиопередачу или запись звучания адаптеризованных инструментов в помещениях с повышенным уровнем шума и не приспособленных специально для этих целей.

При использовании адаптеризованного инструмента в каком-либо ансамбле благодаря наличию электроакустического тракта можно выделить звучание данного инструмента из всего ансамбля или приравнять его к звучанию инструментов другой группы. Кроме того, применение специальных устройств (регулировка тембра, искусственное вибрато, педаль для регулировки громкости и изменения начала звука) позволяет обогащать и разнообразить звучание адаптеризованных инструментов и получить новые звучания, не свойственные обычным инструментам.

Из довольно многочисленной и разнородной группы адаптеризованных инструментов наибольшее распространение получили щипковые инструменты — балалайка, домра, гитара.

Адаптеризация струнных музыкальных инструментов может осуществляться в основном по двум направлениям.

В первом случае используется обычный готовый инструмент. На этом инструменте тем или иным способом укрепляется звукосниматель, который воспринимает механические колебания корпуса или стальных струн. Такой инструмент называют *адаптеризованным*.

Во втором случае применяется так называемый «немой» инструмент со звукоснимателем. Без электроакустического усиления он почти не звучит, так как не имеет резонатора, столь необходимого для обычного струнного инструмента. Его принято называть *электромузыкальным* инструментом.

Функции резонатора у электромузыкальных инструментов выполняют усилитель и громкоговоритель, благодаря чему удается значительно увеличить громкость звучания инструмента.

Конструирование струнных инструментов со звукоснимателем и без резонаторов представляет особенно большой интерес. Здесь могут остаться привычные особенности конструкции того или другого инструмента и обычный способ исполнения и, следовательно, может быть использована существующая учебная литература.

Что особенно важно — здесь остается, так сказать, живое исполнение, характерное для обычных инструментов того же типа.

Получение новых красок, новых звучаний, пусть даже непривычных для данного инструмента, позволит расширить музыкально-исполнительские возможности этого инструмента. Однако использовать новые звучания нужно со вкусом и чувством меры.

Адаптеризация музыкальных инструментов — это одна из интересных, но сравнительно мало изученных областей электроакустики. Особенно эффективные результаты в освоении этой области могут быть получены в тесном содружестве радиолюбителя-конструктора и музыканта-исполнителя.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ЗВУКОСНИМАТЕЛИ ДЛЯ ОБЫЧНЫХ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Прием колебаний у струнных музыкальных инструментов для последующего преобразования их в электрические производится в основном двумя способами — либо с деки или корпуса, либо непосредственно со струн.

При установке звукоснимателя на корпусе могут быть использованы струны как стальные, так и жильные или капроновые, тогда как при снятии колебаний со струн последние должны быть стальными.

Крепить звукосниматель надо таким образом, чтобы он не портил инструмент и, по возможности, не влиял на его акустические свойства. Поэтому на корпусе, особенно на его верхней части, не следует делать каких-либо дополнительных отверстий. Для того чтобы инструмент можно было использовать как со звукоснимателем, так и без него, крепление рекомендуется делать съемным.

Для преобразования колебаний корпуса или деки инструмента применяются следующие типы звукоснимателей: электродинамический, электромагнитный, пьезоэлектрический и электростатический (конденсаторный). Для преобразования колебаний струн наиболее пригоден электромагнитный звукосниматель.

Большинство конструкций звукоснимателей мы рассмотрим с точки зрения применения их для щипковых музыкальных инструментов, хотя все сказанное применимо к любому струнному музыкальному инструменту.

ПРОСТЕЙШИЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

Первые, предварительные эксперименты по адаптеризации музыкальных инструментов проще всего проводить с такими широко распространенными электроакустическими приборами, как граммофонный звукосниматель или электромагнитный телефон, которые всегда найдутся под рукой у радиолюбителей. Эти приборы могут быть временно использованы как звукосниматели для музыкальных инструментов почти без переделки. При использовании граммофонного звукоснимателя его иглодержатель жестко связывают с колеблющейся поверхностью инструмента.

Постоянное использование граммофонного звукоснимателя для адаптеризации музыкального инструмента нецелесообразно, главным образом из-за неудобства крепления его на инструменте.

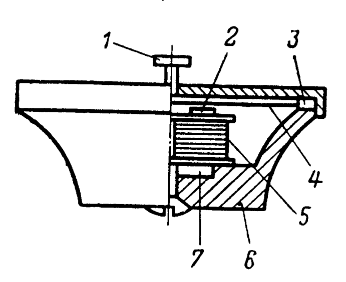


Рис. 1. Простейший звукосниматель из электромагнитного телефона ТА-4.

1 — штифт; *2* — железный наконечник; *3* — амбушюр; *4* — мембрана; *5* — катушка; *6* — корпус; *7* — магнит.

На рис. 1 показан электромагнитный телефон ТА-4, используемый в качестве звукоснимателя. Для снятия колебаний с корпуса инструмента необходимо к середине мембраны припаять штифт *1* и жестко соединить его с колеблющейся поверхностью инструмента. В результате этого мембрана начнет колебаться в такт с колебаниями деки и в катушках появится переменная э. д. с.

Использование электромагнитного телефона в качестве звукоснимателя нерационально вследствие неудобства крепления, а также из-за резко выраженного собственного резонанса мембраны на частоте 800—1 000 *гц*.

Предварительные эксперименты с простейшими звукоснимателями позволят составить представление о возможностях превращения механических колебаний корпуса инструмента в электрические с последующим усилением их и воспроизведением громкоговорителем. После этого можно переходить к разработке и изготовлению специальных конструкций звукоснимателей, описанных ниже.

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

На рис. 2 показано устройство электродинамического звукоснимателя, разработанного С. Г. Корсунским. На деревянном каркасе *2* намотана катушка *1*, состоящая из двух секций. Внутри катушки помещается стержневой магнит *4* длиной 20 *мм*, диаметром 8 *мм*, изолированный от стенок катушки резиновой амортизационной прокладкой *3* толщиной 1 *мм*. На каждую секцию катушки наматывается по 2500 витков провода ПЭЛ 0,05. Каркас катушки жестко связан с корпусом инструмента.

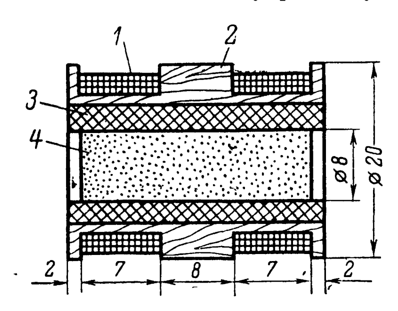


Рис. 2. Разрез электродинамического звукоснимателя.

Принцип действия такого звукоснимателя заключается в следующем. Во время колебаний корпуса инструмента и жестко связанной с ним катушки магнит благодаря значительной своей массе (по сравнению с

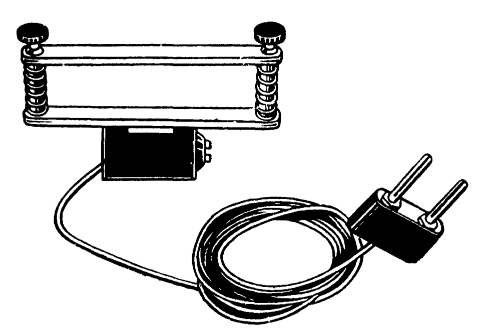


Рис. 3. Электродинамический звукосниматель с устройством для крепления на головке инструмента.

катушкой) и демпфированию колеблется с меньшей амплитудой, чем катушка. Последняя оказывается под действием изменяющегося по величине магнитного поля, что и вызывает появление в ней переменной э. д. с. Для получения большой отдачи и хорошего качества звуча-

ния наилучшим местом крепления звукоснимателя является верхняя дека инструмента.

Звукосниматель можно укрепить с помощью приспособления, показанного на рис. 3. Здесь он плотно вставлен в металлический чехол, который при помощи двух планок и двух болтов укрепляется на головке инструмента. Такой способ крепления позволяет быстро и легко снимать и надевать звукосниматель на любой щипковый инструмент. Недостаток этого звукоснимателя — слишком малая отдача (3—5 *мв*). Однако при увеличении размеров магнитной системы можно несколько увеличить отдачу звукоснимателя. Положительными качествами его являются простота и удобство крепления, а также возможность применения как стальных, так и жильных или капроновых струн.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛИ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ КОРПУСА

В тех конструкциях звукоснимателей, где применяется магнитная система, основная трудность при конструировании заключается в подборе необходимого магнита. Мы рекомендуем применять высококачественные магнитные сплавы, из которых изготовляются магнитные системы различных приборов, в том числе и электроакустических.

В электромагнитном звукоснимателе, изображенном на рис. 4, использован подковообразный магнит от электромагнитного граммофонного звукоснимателя (адаптера). Делается такой звукосниматель следующим образом. В корпусе *4* из немагнитного материала (листовой латуни или меди, легко поддающихся пайке) помещен подковообразный магнит *3*, магнитный поток которо-

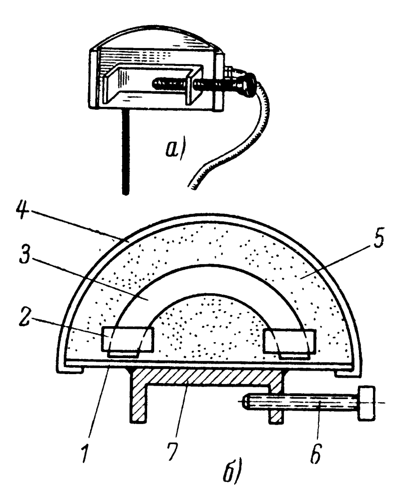


Рис. 4. Электромагнитный звукосниматель для преобразования колебаний корпуса инструмента.
а — общий вид; *в* — разрез.

го замыкается через железную пластинку *1*. На полюсы магнита надеты катушки *2*. Размеры щечек каркаса 21×19 *мм,* ширина каркаса 10 *мм*. Катушки намотаны проводом ПЭЛ 0,05 по 4 500 витков каждая. Обмотки соединены между собой последовательно. Общее сопротивление их порядка 2 000 *ом*. Магнит с катушками отделен от металлического корпуса звукоснимателя толстой прокладкой *5* из резины, губки или пенопласта.

При окончательной сборке звукоснимателя подбирается минимальный зазор между полюсами магнита и железной пластинкой, края металлического корпуса загибаются выше пластинки и припаиваются к ней. Затем к пластинке *1* припаивается скобка *7*. Винт *6* и скобка образуют струбцину, при помощи которой звукосниматель крепится к подставке гитары (из-за сравнительно большого веса крепить его на деке инструмента не рекомендуется).

Благодаря большой массе магнит с катушками не успевает следовать за колебаниями корпуса инструмента и железной пластинки и остается практически неподвижным. В то же время жестко связанная с корпусом инструмента легкая железная пластинка повторяет все его вибрации, вызванные колебанием струн. В результате этого витки катушки оказываются под воздействием магнитного поля, изменяющегося в такт с колебаниями корпуса музыкального инструмента. Поскольку здесь происходит преобразование колебаний корпуса инструмента, оказывается возможным применять как металлические, так и жильные или капроновые струны. Отдача электромагнитного звукоснимателя значительно больше, чем электродинамического.

Другая конструкция электромагнитного звукоснимателя для приема колебаний с корпуса инструмента показана на рис. 5. Для простоты изготовления здесь в качестве корпуса звукоснимателя использована верхняя часть баллона от старых ламп металлической серии (например, 6Н7, 6Г2 и т. д.). В этой конструкции использована магнитная система от электромагнитных телефонов ТА-4 или ТОН-1. Использование готовой магнитной системы, тем более вместе с катушками, освобождает радиолюбителя от необходимости изготовления специальных каркасов и намотки катушек. Остается только извлечь магнитную систему, заключить ее в ка-

кой-либо корпус и, что самое главное, правильно отрегулировать зазор между железной пластинкой и полюсами магнита.

При извлечении магнитной системы следует иметь в виду, что она запрессована в очень твердой массе, поэтому освобождать ее следует с большой осторожностью, чтобы не повредить обмотки и выводы катушек. Для этого нужно отпаять (или просто откусить) выводы катушек от выходных контактов, положить телефон на

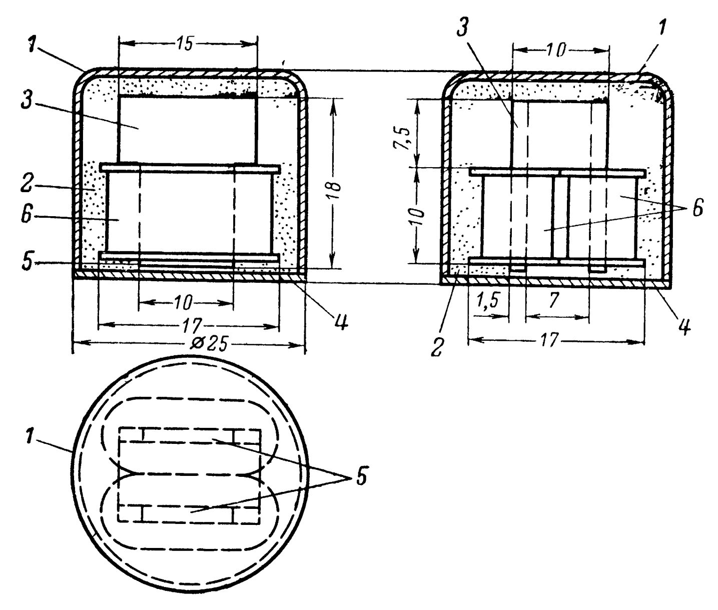


Рис. 5. Электромагнитный звукосниматель для преобразования колебаний корпуса инструмента.

какое-либо твердое основание (открытой стороной вниз) и осторожно сверху ударять зубилом.

Собирается звукосниматель следующим образом. Магнит *3* с катушками *6* помещается внутри корпуса *1* и тщательно амортизируется с помощью эластичной резины *2* со стороны стенок и верхней части корпуса. В качестве амортизаторов проще всего использовать полоски обычной резиновой губки. Толщина резиновой прокладки

подбирается с таким расчетом, чтобы вся система входила в корпус достаточно плотно, а железные наконечники *5* были на уровне его краев. В верхней части корпуса просверливается отверстие для вывода экранированного провода, соединенного с отводами катушек. Затем из плотной резины толщиной 1,5—2 *мм*, изготовляется кружок по внутреннему диаметру корпуса, в котором точно в середине вырезаются отверстия по размерам выступающих железных наконечников. Резиновый кружок накладывается на катушки с наконечниками. Потом из мембраны от того же телефона вырезается пластинка *4* по внешнему диаметру корпуса. Резиновая прокладка в данном случае будет обеспечивать необходимый зазор между полюсами магнита и железной пластинкой *4*. Необходимо следить за тем, чтобы зазор был минимальным, так как это обеспечит наибольшую отдачу звукоснимателя, но вместе с тем пластинка не должна прилипать к магнитам. Оптимальный зазор подбирается и проверяется при включенном усилителе. Принцип действия этого звукоснимателя такой же, как и изображенного на рис. 4, а его крепление на инструменте может быть выполнено также при помощи струбцины. Эта струбцина припаивается к железной пластинке собранного звукоснимателя и с помощью винта зажимает подставку музыкального инструмента. Звукосниматель такой конструкции (конечно, без струбцины) может быть использован и как ларингофон.

Электромагнитный звукосниматель для виолончели. Из инструментов смычковой группы значительный интерес для адаптеризации представляют виолончель и особенно контрабас. Адаптеризация их по сравнению с некоторыми другими струнными инструментами оказывается значительно сложнее.

На смычковых инструментах применяются чаще всего или жильные, или комбинированные струны (правда, в последнее время некоторые музыканты-профессионалы стали применять все струны со стальной основой), поэтому снятие колебаний должно осуществляться либо с корпуса инструмента, либо с подставки.

Однако крепление звукоснимателя на деке и особенно на подставке (хотя это может оказаться и конструктивно удобно) крайне нежелательно.

Звукосниматель, укрепленный на подставке и имею-

щий даже сравнительно небольшой вес, будет служить как бы сурдиной, которая заметно влияет на громкость и особенно на тембр инструмента. Здесь желательно иметь адаптер, преобразующий колебания не струн, а деки или корпуса, но место и способ его крепления не должны влиять на акустические свойства самого инструмента. Наиболее подходящим местом для крепления электромагнитного звукоснимателя будет струнодержатель. Такой звукосниматель может быть установлен на любом инструменте смычковой группы. В данном случае описывается конструкция электромагнитного звукоснимателя для виолончели.

Магнит с катушкой помещают в металлический чехол и амортизируют от его стенок резиновыми прокладками. Здесь могут быть использованы, например, стержневой магнит с катушкой или магнитная система от головных телефонов любого типа. К чехлу любым способом крепится металлическая планка, другой конец которой закрепляется на струнодержателе двумя болтами. Для крепления этой планки могут быть использованы отверстия для струн на струнодержателе. В подставку (со стороны нерабочего участка струн) ввинчивается небольшой железный шуруп. Малая масса этого шурупа практически не скажется на качестве звучания самого инструмента. Место для ввинчивания шурупа на подставке подбирается практически. Магнитную систему с катушкой устанавливают против железного шурупа с минимальным зазором.

Принцип действия этого звукоснимателя заключается в следующем. Магнитная система с катушкой, амортизированная резиной и укрепленная на неколеблющейся части инструмента, практически неподвижна, а железный шуруп благодаря колебаниям подставки в процессе исполнения изменяет магнитное поле звукоснимателя. Большой интерес представляет снятие колебаний таким способом одновременно с нескольких точек колеблющейся подставки.

Возможен другой вариант конструкции электромагнитного звукоснимателя для виолончели, изображенный на рис. 6. Из жести толщиной 0,8—1 *мм* вырезаются две пластинки Г-образной формы и загибаются под прямым углом. Устанавливаются они под ножками подставки. Меньшая плоскость пластинки делается по размерам

ножки подставки с учетом некоторого изгиба деки инструмента и ножки подставки.

Таким образом, когда подставка установлена на соответствующем месте, натянуты и настроены струны, обе пластинки будут прижаты к корпусу инструмента самой подставкой. В процессе исполнения обе пластинки будут колебаться вместе с корпусом и подставкой. В данной конструкции в качестве звукоснимателя, помещенного в металлический чехол с амортизацией, использована магнитная система от электромагнитных

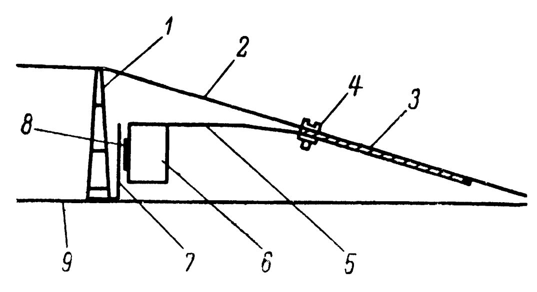


Рис. 6. Электромагнитный звукосниматель для виолончели.

1 — подставка; *2* — струна; *3* — струнодержатель; *4* — винт для крепления звукоснимателя к струнодержателю; *5* — металлическая планка, при помощи которой звукосниматель крепится к струнодержателю; *6* — магнитная система с катушками; *7* — железная пластинка; *8* — железные наконечники; *9* — корпус инструмента.

телефонов с двумя катушками. Способ крепления звукоснимателя такой же, как и в предыдущей конструкции.

Магнитную систему с катушками устанавливают так, чтобы концы железных пластинок находились напротив железных наконечников, на которые насажены катушки. Зазор между ними должен быть, как обычно, минимальным для большей отдачи звукоснимателя. Принцип действия этого звукоснимателя такой же, как и у вышеописанного. Однако здесь следует иметь в виду, что собственный резонанс железных пластин может вызвать некоторое изменение тембра, поэтому необходимо практически подобрать все геометрические размеры этих пластин.

Обе вышеуказанные конструкции звукоснимателей не нагружают подставку, не влияют на деку и, следовательно, не изменяют акустических свойств самого инструмента. Кроме того, могут быть использованы любые струны, как жильные, так и стальные.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛИ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ СТРУН

Как показала практика, наиболее удобным и распространенным является электромагнитный звукосниматель для преобразования колебаний стальных струн. Он имеет достаточно большую отдачу, прост в изготовлении и надежен в работе. Принцип действия такого звукоснимателя заключается в следующем. Магнитная система с одной или несколькими катушками располагается под тем или иным участком колеблющейся струны. В результате колебаний стальной струны над магнитной системой происходит изменение магнитного поля, вследствие чего в обмотке катушки возникает переменная э. д. с. Изменение магнитного поля в этом звукоснимателе вызывается не колеблющейся железной пластинкой, жестко связанной с поверхностью инструмента, а непосредственно самими струнами.

Электромагнитный звукосниматель, изображенный на рис. 7, состоит из отдельных стержневых магнитов с катушками, расположенными под каждой струной инструмента. Магниты плотно вставляются в просверленные в железной пластинке отверстия на расстоянии, соответствующем расстоянию между струнами инструмента. На концах пластинки имеются алюминиевые лапки, с помощью которых звукосниматель крепится к подставке гитары.

При установке магнитов следует внимательно следить за правильным чередованием их полюсов (как показано на рис. 7). Катушки наматываются до заполнения проводом ПЭЛ 0,05 и соединяются между собой последовательно. Общее их сопротивление составляет 1 000—1 500 *ом*. Зазоры между струнами и концами магнитов должны быть, с одной стороны, минимальными для по-

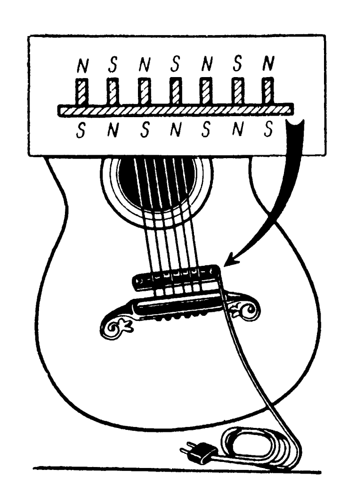


Рис. 7. Электромагнитный звукосниматель со стержневыми магнитами.

лучения наибольшей отдачи звукоснимателя, а с другой стороны — достаточно большими, чтобы даже при самых сильных щипках не происходило задевание струн о полюса магнитов, приводящее к дребезжанию.

Изменяя зазоры между магнитами и соответствующими струнами, можно выровнять звучание всех струн, подчеркнуть или ослабить звучание какой-либо струны.

Для самостоятельного изготовления электромагнитных звукоснимателей наиболее подходящими и удобными являются магнитные системы от телефонов типов ТА-4, ТОН-1 и ТОН-2. В телефонах ТА-4 и ТОН-1 магнит имеет форму прямоугольника размерами 15×10××7 *мм*. Различие между ними состоит в том, что в телефонах типа ТОН-1 — всего одна катушка. Сопротивление обмоток как в первом, так и во втором типе 2 200 *ом*.

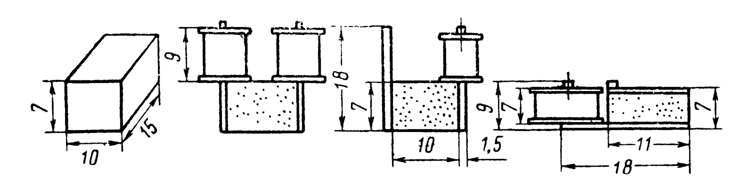


Рис. 8. Магнитные системы с катушками от головных телефонов для звукоснимателей.

Магнитная система телефонов типа ТОН-2 отличается от двух предыдущих. Сопротивление ее обмоток 1 600 *ом*. На рис. 8 показаны конструкции и размеры магнитных систем с катушками от головных телефонов.

В тех случаях, когда высота подставки инструмента и расстояние между струнами позволяют использовать целиком магнитную систему с катушками, звукоснима-

тель собирается очень просто. Например, для шестиструнной гитары могут быть использованы магниты с катушками от трех телефонов (здесь необходимо, чтобы каждый телефон был с двумя катушками). Имеющееся расстояние между центрами наконечников (8,5—9 *мм*) в случае необходимости можно несколько увеличить, слегка отогнув их.

Все три системы укрепляются на общей планке из любого материала, которая, в свою очередь, крепится к подставке гитары алюминиевыми лапками. Катушки соединяются между собой последовательно. Выводы от них делаются экранированным проводом. Всю конструкцию следует закрыть каким-либо декоративным чехлом, сделав в нем прорези для наконечников, чтобы из-за толщины материала чехла не увеличивался зазор между струнами и наконечниками. Если же высота подставки на инструменте не позволяет поместить под струнами всю систему целиком, то необходимо снять катушки и спилить наконечники. Оставшийся прямоугольный магнит следует немного обработать со всех сторон на карборунде. Для того чтобы изготовить звукосниматель для балалайки или домры (прима), достаточно два-три таких магнита. Для гитары, имеющей более широкое расположение струн, их потребуется четыре-пять.

Звукосниматель для гитары делают следующим образом. Сначала освобождают магниты от массы, в которую они были запрессованы, и спиливают железные наконечники. Затем по ширине расположения струн и по высоте магнитов делают деревянную болванку с отверстием в середине. Отверстие делают для того, чтобы эту болванку можно было приспособить к намоточному станку или к заменяющей намоточный станок ручной дрели.

Из тонкого картона по длине болванки вырезают полоску (ширина ее должна быть несколько меньше ширины магнитов), концы которой склеивают таким образом, чтобы они не приклеились к болванке. На этот каркас наклеивают тонкую, но достаточно плотную бумагу (лучше всего полотняную кальку). На углах она разрезается. Этот материал будет служить как бы щечками катушки.

Болванку с бумажными щечками устанавливают на намоточный станок и наматывают на нее 2 000 витков проводом ПЭЛ 0,05. Выводы от обмотки желательно вы-

полнять тонким многожильным проводом (литцендратом).

После того как катушка намотана, бумажные щечки накладывают на обмотку и проклеивают. Затем вынимают деревянную болванку и вместо нее в готовую катушку вставляют магниты.

Необходимо помнить, что магниты должны выходить из катушки одноименными полюсами. Так как общая длина отдельных магнитов окажется меньше длины отверстия катушки, то свободное пространство между ними для прочности катушки следует заполнить любым твердым материалом.

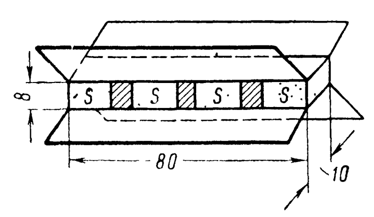


Рис. 9. Каркас катушки с магнитами для электромагнитного звукоснимателя.

Магниты с катушкой стягивают болтами между двумя железными пластинками, которые и будут общими полюсами магнитов. Над этими пластинками должны колебаться стальные струны инструмента. Стяжные болты используют также для крепления к ним двух алюминиевых лапок, с помощью которых весь звукосниматель крепится к подставке гитары. При такой конструкции звукоснимателя число стальных струн и расстояния между ними могут быть любыми.

На рис. 9 показан каркас катушки с бумажными щечками и магнитами внутри него, а на рис. 10 — электромагнитный звукосниматель в собранном виде.

Возможен вариант крепления звукоснимателя, при котором приблизительно посередине подставки гитары прикрепляют шурупами стальную пластинку с таким расчетом, чтобы она проходила между струнами, не касаясь их. Этой пружиной звукосниматель прижимается к деке гитары. Между ним и декой помещают мягкую прокладку из резины или из какого-либо упругого синтетического материала. Толщиной прокладки регулируют зазор между звукоснимателем и струнами. Во избежание повреждений обмотки необходимо следить за тем, чтобы пружина ложилась на края железных пластинок, а не на катушку. В этом случае лапки не нужны. Такой вариант крепления даже удобнее первого, поскольку он

позволяет проще и быстрее производить установку и снятие звукоснимателя.

Особенно надежно следует заделывать экранированный провод от звукоснимателя. Для этого изготовляют или подбирают готовый наконечник с отверстием. Один его конец (с отверстием) припаивают к железной пластинке, а к другому концу припаивают экранирующую оплетку провода. Один конец катушки соединяют с экраном, а второй — с проводом, имеющимся внутри экранирующей оплетки. Соединения концов катушки тщательно заделывают нитками и проклеивают. Эту часть сборки следует производить особенно тщательно, так как наиболее вероятная неисправность звукоснимателя в процессе эксплуатации может оказаться именно здесь, в месте постоянного изгиба шнура. Так как усилитель обычно находится рядом с исполнителем, длина экранированного провода должна быть порядка 1,5—2 *м*. Звукосниматель точно такой же конструкции, но соответствующей длины, определяемой числом струн, может быть использован для балалайки или домры.

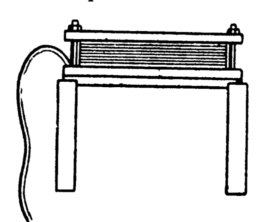


Рис. 10. Общий вид электромагнитного звукоснимателя для гитары.

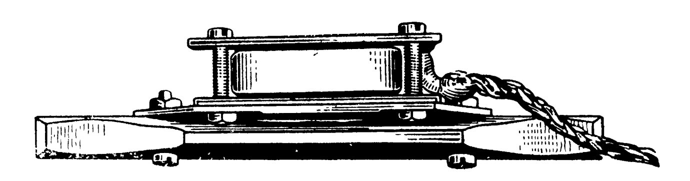


Рис. 11. Электромагнитный звукосниматель, укрепленный на подставке балалайки.

На рис. 11 показан электромагнитный звукосниматель, укрепленный на подставке балалайки (прима). Для удобства желательно иметь запасную подставку, на которой он постоянно укреплен.

Приступая к изготовлению электромагнитного звукоснимателя, следует помнить, что длина катушки определяется шириной расположения струн на подставке, ши-

рина ее—размерами магнитов, а высота звукоснимателя определяется расстоянием от струн до деки (около подставки) с учетом необходимого зазора между струнами и звукоснимателем и толщины резиновой прокладки, помещенной между звукоснимателем и декой.

Отдача звукоснимателя для балалайки меньше, чем гитарного, так как струны, применяемые на балалайке и домре (прима), тоньше, чем на гитаре. Следует особенно тщательно добиваться минимально возможного зазора между струнами и звукоснимателем. Необходимо также учесть, что струны от подставки к верхнему порожку идут под значительным углом, поэтому звукосниматель следует укреплять на подставке так, чтобы струны были на одинаковом расстоянии от обеих железных пластин (полюсов магнитов), так как это тоже в значительной степени влияет на величину отдачи.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

Если плоскопараллельную пластинку, вырезанную из кристалла сегнетовой соли, поместить между двумя металлическими электродами, соединенными с гальванометром, и подвергнуть сжатию, то на электродах появятся разноименные электрические заряды, вызывающие электрический ток в цепи гальванометра. В случае растяжения пластинки знаки зарядов на электродах изменятся на обратные. Это явление называется пьезоэлектрическим эффектом.

Сегнетовая соль обладает естественным пьезоэффектом.

Пьезоэлектрики из сегнетовой соли хотя и очень чувствительны, но в то же время весьма хрупки, гигроскопичны, имеют способность выветриваться (вследствие наличия в них кристаллизационной воды); их электрические и пьезоэлектрические свойства сильно зависят от изменения температуры.

В настоящее время наша техника располагает новыми материалами, обладающими искусственным пьезоэлектрическим эффектом и не имеющими недостатков, присущих сегнетовой соли. Среди них следует отметить керамику титаната бария и керамику ЦТС (на основе циркония, титана и свинца).

На рис. 12 показано несколько типов пьезоэлементов. Для преобразования колебаний корпуса музыкального инструмента пригоден любой пьезоэлемент.

На рис. 13 изображена конструкция пьезоэлектрического звукоснимателя, предназначенного для установки на подставке гитары.

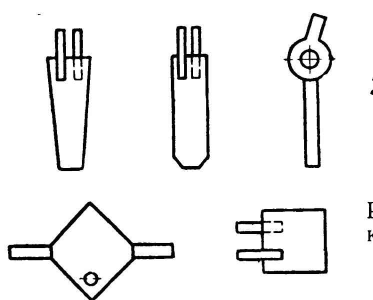


Рис. 12. Пьезоэлементы.

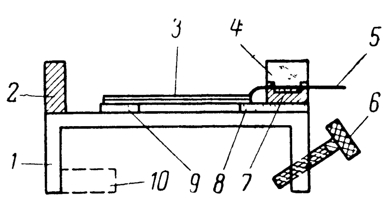


Рис. 13. Пьезоэлектрический звукосниматель для установки на подставке гитары.

На одном из концов верхней плоскости металлической скобы *1* приклеивают пластинку *9* из твердого материала (металл, пластмасса, гетинакс и т. д.). На другом конце приклеивают кусочек резины *8* одинаковой толщины с пластинкой *9*. К пластинке *9* приклеивают противоположный выводам конец пьезоэлемента *3* (в данной конструкции использован пьезоэлемент из сегнетовой соли А-1). Конец пьезоэлемента с выводами будет лежать на резине. Поверх этой резины, служащей в данном случае изолятором, приклеивают гетинаксовую пластинку *7* с заделанными двумя проволочными контактами *5*, к которым с одной стороны припаивают выводы пьезоэлемента, а с другой стороны — экранированный провод. На конце скобы приклеивают стойку *2*, служащую упором для чехла звукоснимателя. Резина *4* также служит упором для чехла на другом конце скобы. В качестве чехла звукоснимателя можно использовать футляр для зубной щетки.

Поскольку длина скобы определяется размерами пьезоэлемента и колодки с выводными контактами, для укрепления устройства на подставках различной ширины следует к вертикальной планке снизу приклеить (припаять) брусок *10* необходимых размеров. Скоба *1* и винт *6* образуют струбцину, при помощи которой звукосниматель крепится к подставке. Для удобства установки и

снятия звукоснимателя винт находится в наклонном положении. Общий вид такого звукоснимателя с устройством крепления показан на рис. 14.

Другая конструкция пьезоэлектрического звукоснимателя с использованием пьезоэлемента А-1 из сегнетовой соли показана на рис. 15. Из тонкого гетинакса или текстолита толщиной 1—2 *мм* вырезают две пластинки *1* и *4* размером 50×20 *мм*. К одному краю пластинки *1* приклеивают кусочек *2* из такого же материала по ширине пьезоэлемента *5*. Конец пьезоэлемента, противоположный выводам, приклеивают к этому кусочку. Затем из толстого картона вырезают рамку *3*, толщина которой подбирается, и приклеивают к пластинке так, чтобы пьезоэлемент не касался ее. В конце картонной рамки

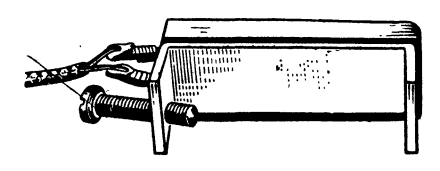


Рис. 14. Общий вид пьезоэлектрического звукоснимателя.

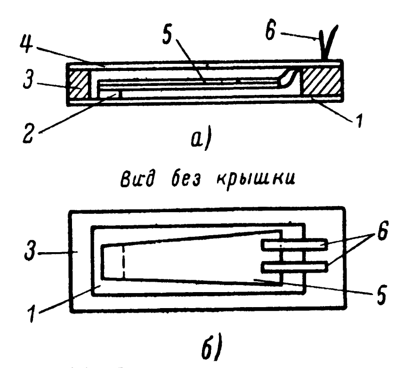


Рис. 15. Устройство пьезоэлектрического звукоснимателя.

а — в разрезе; *б* — в плане (без пластинки).

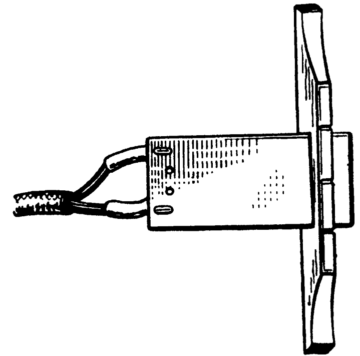


Рис. 16. Установка пьезоэлектрического звукоснимателя.

заделывают выводы *6* из медной проволоки или полоски тонкой листовой латуни, к которым припаивают выводы от пьезоэлемента и экранированный провод, идущий к усилителю. Конец пьезоэлемента, на котором находятся выводы, зажимают между двумя прокладками из резины, толщина которых подбирается. Сверху накладывают

и приклеивают вторую пластинку *4*, и сборка звукоснимателя закончена.

Крепить такой звукосниматель на балалайке или домре проще всего непосредственно под подставкой, как показано на рис. 16.

В некоторых случаях может представить интерес применение одновременно двух звукоснимателей: электромагнитного — со струн и пьезоэлектрического — с корпуса инструмента.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

Электростатический звукосниматель представляет собой конденсатор, одна обкладка которого довольно массивная, неподвижная, а другая — подвижная, в виде тонкой металлической пластинки. Вследствие колебаний подвижной пластинки меняется расстояние между обкладками, а следовательно, и емкость. Изменения емкости должны быть преобразованы в изменения электрического напряжения, что и выполняется в специальной низкочастотной или высокочастотной схеме.

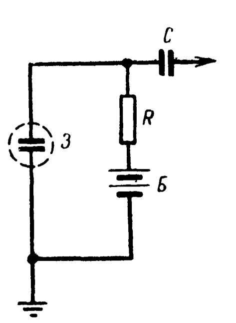


Рис. 17. Низкочастотная схема включения электростатического (конденсаторного) звукоснимателя.

На рис. 17 изображена низкочастотная схема включения электростатического звукоснимателя. Электростатический звукосниматель *3* включен в цепь последовательно с большим нагрузочным резистором *R* и источником постоянного поляризующего напряжения *Б*. При увеличении емкости в цепи течет зарядный ток, при уменьшении — разрядный. Это изменение емкости вызывает возникновение на нагрузочном резисторе переменного напряжения, поступающего затем через конденсатор *C* на вход усилителя.

Вследствие малой емкости конденсаторный звукосниматель имеет очень большое внутреннее сопротивление, что требует включения нагрузочного резистора *R* большой величины, а также весьма тщательной экранировки как самого звукоснимателя, так и подводящих проводов. От этих недостатков свободна более сложная для осу-

ществления высокочастотная схема включения электростатического звукоснимателя, приведенная в брошюре С. Г. Корсунского и И. Д. Симонова «Электромузыкальные инструменты».

Для проведения экспериментальных работ со щипковыми инструментами можно предложить следующий вариант конструкции электростатического звукоснимателя. На деку инструмента наклеивается тонкий станиолевый кружочек с выводом. На него наклеивается кружок из тонкой резины, а затем — более массивный кружок (например, мембрана от телефона) с выводом. Во время колебания деки подвижный кружок повторяет все вибрации деки, в то время как более массивный кружок, амортизированный резиной, не может следовать за колебаниями деки и остается как бы неподвижным, вследствие чего и обеспечивается необходимое изменение емкости в такт с колебаниями деки.

Электростатический звукосниматель вносит наименьшие искажения, но, как указывалось выше, он имеет довольно большие эксплуатационные и конструктивные неудобства. Однако такие звукосниматели оказываются удобными в некоторых конструкциях электроорганов и электророялей, где в качестве подвижного электрода служит металлический язычок или стальная струна. Установив возле язычка или струны неподвижную пластинку, которую часто заменяют головкой винта, можно образовать электростатический звукосниматель. В таких конструкциях инструментов необходимо собирать предварительные каскады внутри инструмента и в непосредственной близости от вибраторов.

ГЛАВА ВТОРАЯ

АДАПТЕРИЗОВАННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ БЕЗ РЕЗОНАТОРОВ

Изготовление высококачественного резонаторного устройства — весьма сложный процесс, зависящий от множества факторов. Отсутствие резонатора, функции которого отчасти будут выполнять усилитель и громкоговоритель, позволяет упростить изготовление инструмента. При сохранении привычной мензуры (длины ко-

леблющейся части струны), количества и диаметра струн для данного инструмента размеры его могут быть значительно меньше. Форма инструмента может быть выбрана любая, наиболее удобная для игры на нем и для переноски. Для изготовления корпуса пригоден любой материал необходимой прочности.

Отсутствие необходимости передачи колебательной энергии струн резонатору позволяет значительно ослабить их натяжение. Струны таких инструментов часто делаются более короткими и тонкими.

ЭЛЕКТРОГИТАРА

Наиболее эффективным и удобным инструментом для адаптеризации является гитара, особенно гавайская.

Гавайская гитара — инструмент эксцентрический, поэтому различные нововведения, связанные с получением необычных звучаний и даже с изменением привыч-

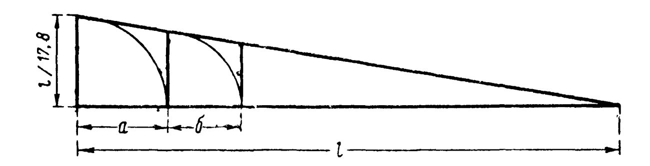


Рис. 18. Графический способ разбивки ладов грифа любого струнного инструмента.

l — мензура; *a* — расстояние от верхнего порожка до первого лада (*мм*); *б* — расстояние от первого лада до второго.

ной формы гитары при условии хорошего, высококачественного звучания воспринимаются с интересом слушателем.

При некотором навыке электрогитару несложно сделать и самому. Как корпус, так и дека гитары делаются значительно толще обычных, из любого материала, с учетом натяжения и количества настроенных струн. Форму и размеры корпуса и деки можно варьировать.

Несколько большую сложность представляет изготовление грифа и головки с колками. Проще всего использовать готовый гриф от какой-либо старой гитары. При изготовлении корпуса с имеющимся готовым грифом

необходимо учесть, что расстояние от подставки для струн до 12-го лада должно быть равно расстоянию от 12-го лада до верхнего порожка.

Изготовление грифа и разбивку ладов можно осуществить самостоятельно. Упрощенная разбивка ладов для щипковых инструментов делается следующим образом. Выбрав мензуру, делят ее на 17,8. Полученная величина равна расстоянию от верхнего порожка до 1-го лада. Оставшийся отрезок снова делят на 17,8. Полученная величина равна расстоянию от 1-го лада до 2-го. Оставшийся отрезок снова делят на 17,8 и т. д.

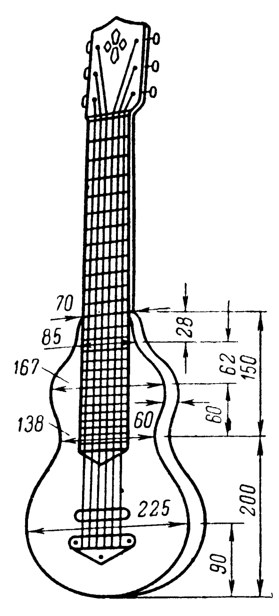


Рис. 19. «Немая» гавайская гитара.

Еще проще и удобнее разбивку грифа производить графически, пользуясь построением, приведенным на рис. 18. Предварительную разметку удобнее производить на полоске плотного картона, равной длине выбранной мензуры, после чего полученные размеры переносят с картона на гриф.

Чертеж «немой» гавайской гитары приведен на рис. 19. Исполнитель обычно держит гавайскую гитару на коленях, а иногда она устанавливается на специальной подставке (рис. 20). Бывают двухгрифовые конструкции гавайских гитар. На рис. 21 показана конструкция двухгрифовой гитары прямоугольной формы.

В некоторых портативных конструкциях усилитель и динамик помещаются внутри гитары. Громкоговоритель обычно крепится к внутренней стороне верхней деки. При этой конструкции возникновение акустической обратной связи может заметно ограничить громкость звучания инструмента.

Наиболее рационально помещать усилитель с динамиком внутри инструментов, подобных изображенному на рис. 21, или в «немых» инструментах, сходных по конструкции (например, в цитре, гуслях). На таких инструментах удобно расположить различные ручки

управления звуком. Динамик можно поместить на передней или на боковой стороне.

На рис. 22 показан внешний вид «немой» гавайской гитары с усилителем, чертеж которой приведен на



Рис. 20. Гавайская гитара на подставке.

рис. 19. В электромагнитном звукоснимателе для этой гитары (рис. 23) использован магнит прямоугольной формы *1* от электродинамического громкоговорителя старого типа Д-2. К верхней железной планке *5* припаяны

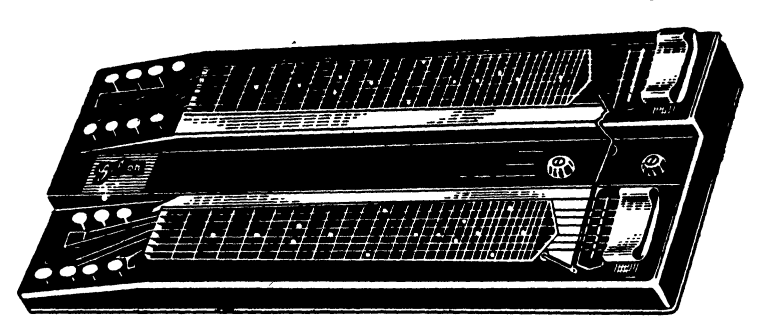


Рис. 21. Гавайская двухгрифовая гитара прямоугольной формы.

по числу струн железные башмачки *3*, на которые надеваются телефонные катушки *4* от электромагнитных телефонов старого типа (низкоомные, по 600 *ом*), соединенные между собой последовательно. Магнит зажимается болтами *2* между двумя планками *5* и *6*.

В верхней деке на расстоянии 15—20 *мм* от подставки делается вырез, в который снизу вставляется звукосниматель. До его установки надо подобрать зазор

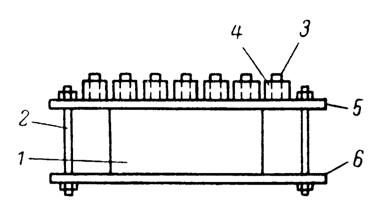


Рис. 23. Электромагнитный звукосниматель для «немой» гавайской гитары.

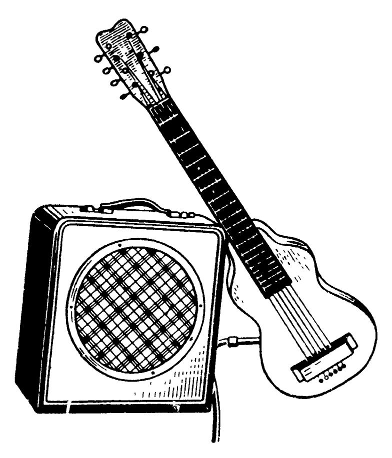


Рис. 22. Внешний вид «немой» гавайской гитары с усилителем.

между струнами и башмачками. Подставка и звукосниматель сверху закрываются никелированной накладкой. Нижняя дека у этой гитары отсутствует. Чувствительность такого звукоснимателя довольно большая (60—70 *мв*). Однако вследствие того, что железные наконечники с катушками расположены на одном полюсе магнита, магнитный поток в нем используется не полностью. Для получения наибольшей отдачи следует сделать магнитопровод из мягкого железа для другого полюса магнита. Вторым концом магнитопровода может служить врезанная в подставку железная планка, на которой лежат стальные струны. Таким образом, магнитный поток будет замыкаться через стальную струну и чувствительность звукоснимателя значительно увеличится, что упростит требования к усилителю.

При конструировании звукоснимателей с применением готовых магнитных систем наибольшее внимание следует уделять рациональному использованию магнитного потока.

Кроме обычных гитар со звукоснимателем, все чаще применяются электрогитары различных форм и размеров. Корпус «немой» гитары может представлять просто удлиненный гриф, однако эта конструкция нерациональна из-за неудобства исполнения на таком инструменте (особенно если это гавайская гитара).

Если в конструкции электрогитары не предусматривается сборка в ее корпусе усилительно-воспроизводящего устройства, то наиболее удобной для исполнения и простой в изготовлении будет электрогитара с одной толстой декой, без обечаек. Материалом для изготовления деки может служить многослойная фанера толщиной 16—20 *мм* или материал из прессованных опилок такой же толщины, а в фабричных условиях — пластмасса соответствующей прочности. Форма гитары может существенно отличаться от традиционной, напоминающей цифру 8.

Длина деки диктуется выбранной мензурой, а ширина нижней и верхней ее части — удобством исполнения. В середине (или примерно в середине) сторон деки делаются небольшие сужения, главным образом для того, чтобы было удобнее держать инструмент на коленях.

Подставку удобнее делать передвижную со струнодержателем. Для звукоснимателя в случае необходимости можно сделать некоторое углубление в деке.

Металлическую накладку, закрывающую звукосниматель, можно использовать для установки на ней регуляторов громкости и тембра. Здесь же может быть собран и однокаскадный усилитель напряжения на транзисторе.

В последнее время большое распространение получили небольшие эстрадные ансамбли (квартеты, квинтеты), в состав которых обязательно входят аккомпанирующая гитара и контрабас, при этом ощущается большая необходимость в адаптеризации инструментов басовой группы и, в частности, контрабаса. Эта группа является как бы фундаментом всего ансамбля.

При адаптеризации контрабаса его рациональнее делать «немым». Вместо обычного громоздкого резонатора может быть сделан только один удлиненный гриф с привычными мензурой, струнами и механикой для их натяжения. Правда, размеры струн могут быть измене-

ны. Такая конструкция делает инструмент более транспортабельным.

ЭЛЕКТРОРОЯЛЬ

Большой интерес представляет усиление многоголосных клавишных инструментов. Из этой группы наибольшее внимание уделяется роялю и пианино. Эти электромузыкальные инструменты делаются без обычных резонансных дек, роль которых отчасти выполняет усилительно-воспроизводящее устройство.

Отсутствие необходимости передачи колебательной энергии струн резонирующему корпусу дает возможность значительно уменьшить размеры рамы и корпуса самого инструмента и изменить параметры струн. Преобразование их колебаний производится электростатическим или электромагнитным способом.

Конструкция электророяля с электростатическими адаптерами в общих чертах представляет следующее. Над струнами устанавливают довольно толстую планку из изоляционного материала, в которой напротив каждой струны (или группы струн) отдельного звука делают отверстия с резьбой, в которые ввинчивают винты с широкой плоской головкой (головкой к струнам). Колеблющаяся струна и неподвижный винт образуют переменный конденсатор, являющийся электростатическим звукоснимателем. В корпусе такого инструмента достаточно места, чтобы собрать схемы включения электростатических звукоснимателей и различных устройств для формирования звука. При конструировании такого инструмента его необходимо тщательно экранировать.

Конструкция электророяля с электромагнитными адаптерами, расположенными под струнами, несколько проще предыдущей. На рис. 24 изображен электророяль «Нео Бехштейн». По внешнему виду инструмент похож на рояль небольшого размера с обычной клавиатурой и ударным механизмом, но без деки. В отличие от обычного рояля тройные струны здесь не применяются, а двойные частично используются только в среднем регистре. Одинарные струны крепятся группами по пять штук, а двойные — по десять. Для каждой группы устанавливается электромагнитный звукосниматель.

Энергия колеблющихся струн не передается резонирующей деке, поэтому струны на инструменте короче,

тоньше и слабее натянуты. Вследствие этого рама значительно легче, чем у обычного рояля.

Для того, чтобы не изменять нормальную технику фортепианной игры, молоточки обычного веса ударяют

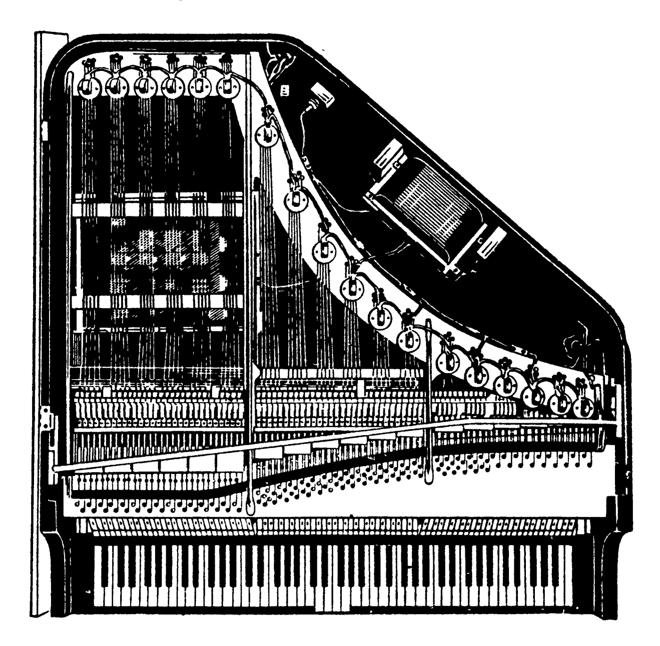


Рис. 24. Электророяль «Нео Бехштейн».

не саму струну, а специальную пластинку. Эта пластинка приводит в движение маленький молоточек весом $^1/_{20}$ нормального, возбуждающий струну.

В рояле «Нео Бехштейн» имеются две педали. Левая педаль предназначена для регулировки громкости во время исполнения, но не смещением молоточков в сторону, как это делается на обычном рояле, а изменением сопротивления в схеме усилителя. Кроме того, имеется еше дополнительный переменный резистор, который регулирует общее звучание в зависимости от обслуживаемого помещения. При выключенном усилителе звучание этого инструмента напоминает старинный инструмент клавикорды. Правая педаль, как и у рояля, предназначена для демпфирования струн. Однако в конструкции

этого рояля предусмотрен и второй демпфер. При использовании двойного демпфирования длительность звучания электророяля можно приблизить к звучанию обычного рояля.

При снятых демпферах благодаря отсутствию поглощения колебательной энергии струн резонирующей декой время затухания колебаний струн значительно увеличивается. Здесь, правда, наблюдается некоторая неравномерность затухания по всему диапазону. Чем ближе к басовому регистру, тем дольше звучат струны. Используя выключение усилительного устройства левой педалью (изменение начала звука), при медленной игре можно получить звучание органного типа. Снимая с различных участков струны ее обертоны и усиливая их, можно получить новые тембры. Динамические возможности этого инструмента зависят от мощности усилительно-воспроизводящего тракта.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

УСИЛИТЕЛИ И ПЕДАЛИ

Усилитель для адаптеризованных инструментов обычно собирается в одном ящике с динамиком и находится на эстраде рядом с исполнителем. Однако следует иметь в виду, что при применении любого звукоснимателя, снимающего колебания с деки инструмента, усилитель с динамиком приходится удалять от исполнителя на большее расстояние, чем при использовании звукоснимателя, снимающего колебания со струн «немого» инструмента. Это объясняется тем, что в первом случае легче возникает акустическая обратная связь, когда, кроме струн, на деку воздействуют звуковые колебания, излучаемые динамиком, что приводит к возбуждению усилителя. Во втором случае обратная акустическая связь возникает только при очень близком расположении инструмента и динамика, поскольку толстая дека колеблется незначительно.

В зависимости от условий эксплуатации усилителя определяются размер и форма ящика, вес установки и требования к механическому и электрическому монтажу.

Количество предварительных каскадов усиления зависит от типа выбранного звукоснимателя. Так, для пьезоэлектрических звукоснимателей, развивающих напряжение более 100 *мв*, а также для некоторых электромагнитных звукоснимателей с хорошей магнитной системой (например, предназначенных для «немых» инструментов) достаточно одного предварительного каскада. Для других типов звукоснимателей необходимо иметь не менее двух каскадов предварительного усиления.

При выборе схемы и разработке конструкции усилителя надо учитывать акустическую мощность музыкального инструмента и его частотный диапазон (главным образом область низких частот).

Выходная электрическая мощность усилителя для таких инструментов, как балалайка и домра (прима), должна быть не меньше 2—4 *вт*, для гитар — 4—6 *вт*. Для остальных инструментов домро-балалаечной группы выходная мощность усилителя должна составлять 8—15 *вт* и более. Для получения наилучшего качества выходной каскад собирается по двухтактной схеме. Недостаточная мощность усилителя и динамика может вызвать появление нелинейных искажений.

ПРОСТЕЙШИЕ УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

В домашних условиях в качестве усилителя можно использовать усилитель низкой частоты высококачественного радиоприемника или телевизора. Для получения достаточной громкости при использовании электромагнитного звукоснимателя, изображенного на рис. 9 и 10, необходим предварительный каскад усиления по напряжению, так как в большинстве радиоприемников и телевизоров усилитель низкой частоты состоит только из двух каскадов, что при малой чувствительности звукоснимателя не обеспечивает достаточно громкого звучания. Предварительный каскад усиления рационально собрать на полупроводниковом триоде.

На рис. 25 дана простая схема такого каскада. В схеме использован полупроводниковый триод П13, но может быть применен и любой другой маломощный полупроводниковый триод. Усилитель оформлен в футляре от специального делителя напряжения (СДН), прилагае-

мого к телевизору «ТЕМП-2» (рис. 26). Конечно, оформление может быть и другое. Питание каскада осуществляется от одного элемента «Сириус» 1,3-ФМЦ-0,25. Каскад включается на вход звукоснимателя радиоприемника или телевизора.

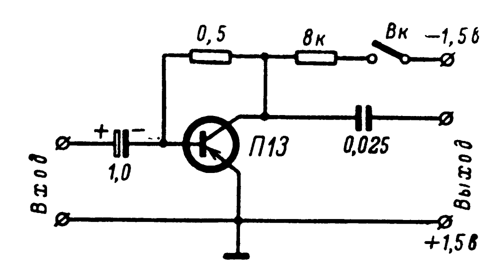


Рис. 25. Схема предварительного каскада усиления на транзисторе.

Для адаптеризации можно применять также усилитель от стационарных или передвижных киноустановок. Если имеется возможность подключить звукосниматель к усилителю передвижной киноустановки (например, в небольшом клубе, доме отдыха, санатории), то его включают на вход для фотоэлемента (фотоумножителя). В больших помещениях, где приходится использовать длинную входную линию, звукосниматель необходимо включать на какой-либо простой предварительный усилитель, подобный изображенному на рис. 25.

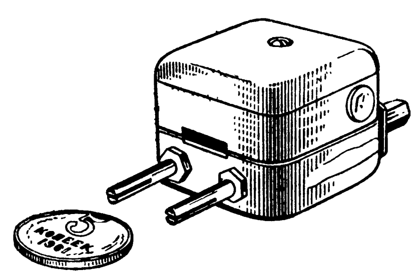


Рис. 26. Внешний вид предварительного усилителя, собранного в футляре от делителя напряжения.

Для выступления на эстраде необходима специальная, красиво оформленная переносная усилительная установка.

Ниже рассмотрены простейшие схемы усилителей низкой частоты, предназначенных в основном для гитарных звукоснимателей.

На рис. 27 приведена схема усилителя на лампах пальчиковой серии. Налаживание этого усилителя сводится в основном к правильному подбору глубины отрицательной обратной связи, определяемой переменным резистором сопротивлением $1 \div 10$ *ком.*

Трансформатор питания здесь можно применить от любого приемника или радиолы.

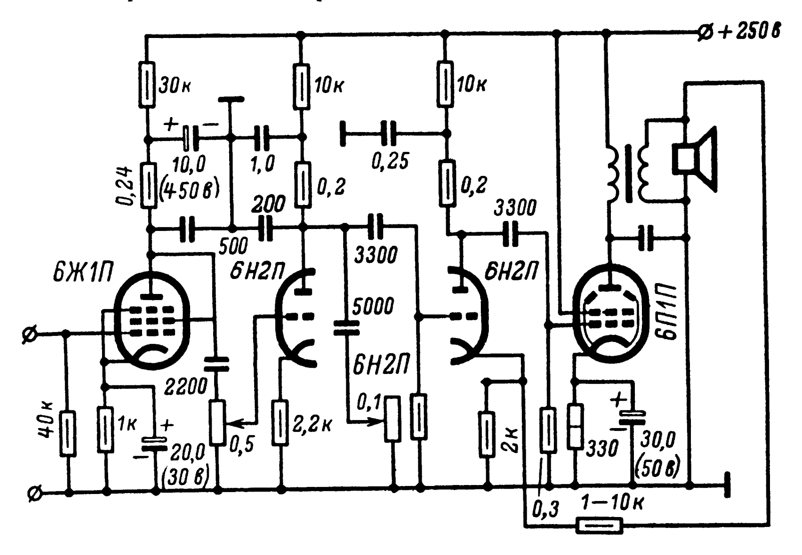


Рис. 27. Схема усилителя на лампах пальчиковой серии.

Для более широкого экспериментирования с различными типами и конструкциями звукоснимателей неплохо иметь специальный усилитель. Он должен иметь мощный двухтактный выход на широкополосный громкоговоритель или устройство, состоящее из одного большого низкочастотного и одного-двух малых высокочастотных громкоговорителей. Это позволит воспроизвести весьма широкий диапазон частот. На форму частотной характеристики большое влияние оказывают способы и место установки звукоснимателей, размеры и материал демпфирующих прокладок и т. д. Поэтому для обеспечения глубоких, плавно регулируемых частотных коррекций в таком усилителе весьма желательно иметь две раздельно регулируемые коррекции низких и высоких ча-

стот. Вход усилителя может быть приспособлен для экспериментирования с различными типами звукоснимателей, т. е. должны быть предусмотрены высокоомный и низкоомный входы, делитель напряжения.

Для повышения качества и стабильности работы усилителя целесообразно охватить отрицательной обратной связью бóльшее число каскадов.

В настоящее время разработано немало схем усилителей, соответствующих вышеуказанным требованиям. Подходящие схемы можно найти, например, в журналах «Радио». В значительной мере перечисленным требованиям отвечают последние модели усилителей кинопередвижек.

ИСКУССТВЕННОЕ ВИБРАТО

Кроме получения высококачественного усиления адаптеризованных или электромузыкальных инструментов, большой интерес представляет добавление различных электрических устройств, позволяющих получить новые краски, новые звучания. Одним из таких добавлений к схеме усилителя низкой частоты является искусственное (электрическое) вибрато.

Вибрато — это периодическое изменение высоты, громкости или тембра. Частота этих изменений обычно бывает равна 5—7 *гц*.

Вибрато в значительной степени влияет на тембр звука, придавая ему специфическую окраску. Вибрирующий звук кажется нам приятнее, выразительнее и «живее», чем звук устойчивый, неизменный. Кроме того, применение частотного вибрато позволяет в некоторой степени маскировать неточности интонирования.

Вибрато обычно применяется при игре на смычковых инструментах и гавайской гитаре. Так, например, исполнитель на гавайской гитаре, производя скользящие движения металлической пластинкой вдоль струны, несколько укорачивает и удлиняет действующую часть колеблющейся струны, в результате чего происходит некоторое понижение или повышение звука с определенной частотой. Если исполнитель в первый момент взял звук не очень точно, то здесь он имеет возможность «подъехать» к нужному звуку. На тех инструментах, где высота звука фиксирована прижатием струны к определенному ладу, некоторый эффект вибрирующего звука достигает-

ся периодическим покачиванием всего инструмента (балалайка, гитара).

Существуют различные схемы электрического вибрато, которые позволяют получить вибрирующий звук на любом адаптеризованном или электромузыкальном инструменте без вмешательства исполнителя. В любительских условиях вибрато обычно делают либо частотное, либо амплитудное.

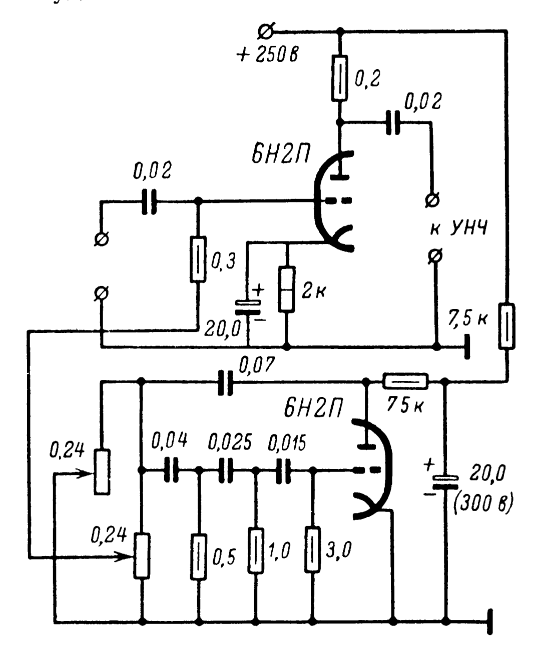


Рис. 28. Схема предварительного усилителя низкой частоты и генератора вибрато.

Схема электрического вибрато может быть собрана на одном шасси с усилителем, а иногда ее выполняют в виде отдельной, самостоятельной приставки. Интерес представляет разработка схем и конструкций фазового вибрато.

Кроме вышеуказанных трех типов вибрато, может быть использовано и так называемое пространственное вибрато. В этом случае должно быть два отнесенных друг от друга источника звука. Эффект пространствен-

ного вибрато получается, когда усиление звучания на одном громкоговорителе происходит одновременно с уменьшением на другом с определенной частотой.

В журнале «Радио» № 12 за 1957 г. была приведена специальная схема усилителя для гитары с искусственным вибрато. Более сложная, но хорошо оправдавшая себя на практике схема электрического вибрато дана

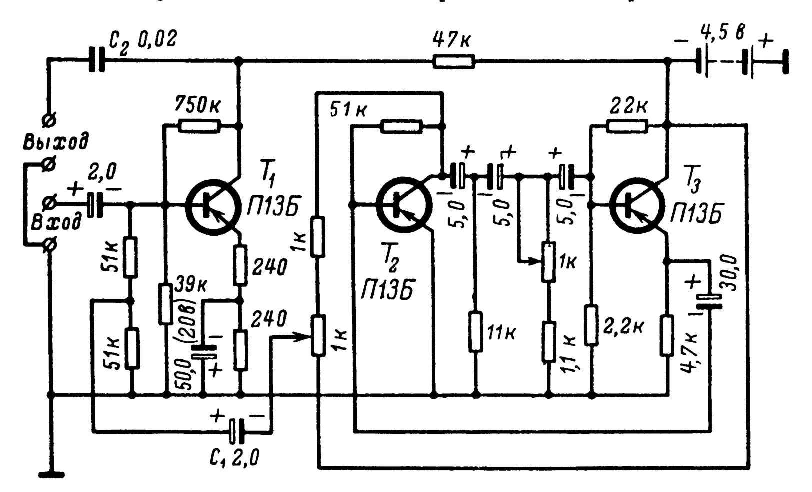


Рис. 29. Схема амплитудного вибрато на транзисторах.

в брошюре С. Корсунского и И. Симонова «Электромузыкальные инструменты».

На рис. 28 приводится схема предварительного усилителя НЧ и генератора вибрато, взятая из журнала «Радио» № 1 за 1965 г.

На рис. 29 дана схема амплитудного вибрато, собранная на транзисторах. Транзистор T_1 работает в режиме малых токов. Изменение усиления каскада происходит с частотой 3—10 *гц* (обычно подбирается и постоянно устанавливается частота 6 *гц*). Ток этой частоты получают от генератора, собранного на транзисторах T_2 и T_3, и через конденсатор C_1 подают на базу транзистора T_1. Частота колебаний генератора и глубина модуляции регулируются переменными резисторами. При чрезмерном увеличении глубины вибрато, а также при включении приставки на основной усили-

тель с помощью довольно длинного провода следует экспериментально подобрать емкость конденсатора C_2. Питание приставки осуществляется от одной батарейки для карманного фонаря. Если же эта схема собирается на одном шасси с ламповым усилителем, то для ее питания можно использовать падение напряжения на катодном резисторе выходной лампы, как на рис. 32.

Кроме разработки электрических схем вибрато, представляет интерес разработка конструкций механического вибрато (журнал «Радио» № 11 за 1962 г.).

УРАВНОВЕШЕННАЯ ПЕДАЛЬ

Известно, что длительность и характер моментов возникновения и прекращения звуков весьма существенно влияют на окраску звучания (тембр) инструмента. Так, например, если характерное для щипкового инструмента начало звука сделать вместо жесткого мягким, то звучание его приобретет совершенно новую окраску. Оно будет напоминать звучание инструментов органного типа (орган, фисгармония). Для получения такой окраски при очень медленной игре применяется педаль, отсекающая начало звука. В момент щипка педаль поднята (вход усилителя закорочен). Затем с ее помощью постепенно вводится переменное сопротивление и звук мягко и плавно нарастает. Такую педаль особенно целесообразно применять для «немых» инструментов, так как на них даже достаточно сильный первоначальный щипок без усиления не слышен. На адаптеризованных инструментах, где сильный первоначальный щипок слышен при выключенном усилителе, для получения такого эффекта необходим большой запас усиления.

Педали применяются в основном двух типов: управляемые носком ноги, и управляемые всей ступней (уравновешенные). У той и у другой педали имеются свои преимущества и недостатки. Так, исполнитель, регулирующий педаль носком, должен все время держать ногу на педали, ибо, когда нога будет снята с нее, педаль поднимется и вход усилителя закоротится. Зато ее можно сделать сравнительно небольших размеров.

Уравновешенная педаль может быть оставлена в любом нужном положении, даже когда нога с нее снята. Высота ее больше, чем неуравношенной, и подбирается

таким образом, чтобы при полном нажатии на педаль подвижная часть переменного резистора совершила полный поворот. Следует помнить, что не все переменные резисторы имеют одинаковый угол поворота.

Как известно, переменные резисторы различаются по характеру изменения величины сопротивления между крайними и средними выводами в зависимости от угла

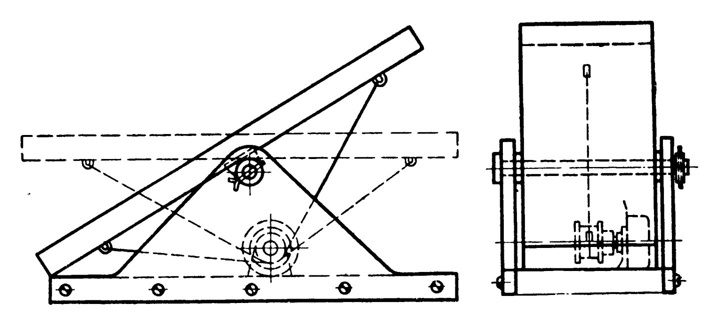


Рис. 30. Уравновешенная педаль.

поворота оси и делятся на резисторы с линейной (группа А), логарифмической зависимостью (группа Б) и зависимостью, обратной логарифмической (группа В). На корпусе резистора указываются его группа, номинальная величина и допустимая мощность.

Для того чтобы громкость на выходе усилителя увеличивалась или уменьшалась пропорционально углу поворота оси регулятора громкости, рекомендуется применять в педали резисторы группы Б. Плавная регулировка тембра осуществляется с помощью переменного резистора, имеющего линейную зависимость (группа А).

На рис. 30 дан чертеж уравновешенной педали, управляемой всей ступней. Размеры не указаны потому, что высота, длина и размах педали зависят от посадки и индивидуальных особенностей каждого исполнителя. Нижнюю и верхнюю деревянные планки делают по ширине и длине ступни. К нижней планке по ее длине прикрепляют два металлических угольника толщиной не менее 4—5 *мм.* В верхних углах угольников делают отверстия, в которые изнутри вставляют металлическую ось, а к ней сверху крепят верхнюю деревянную планку. На оба конца оси навинчивают гайки или вставляют

шплинты. К середине нижней деревянной планки толстым металлическим угольником крепят переменное сопротивление, на ось которого надевают шкив. Внутри шкива в специально для этого предназначенное отверстие продевают тросик с завязанным в середине узлом. В качестве тросика можно использовать многожильную капроновую леску, одножильную рыболовную леску, жильные или капроновые струны. На шкиве делают два-три оборота тросика, концы которого прикрепляют к краям верхней планки. Необходимый угол поворота сопротивления регулируют длиной этих концов или толщиной шкива. На обе деревянные планки сверху наклеивают резину для того, чтобы не скользила нога.

УСИЛИТЕЛЬ-ПЕДАЛЬ

В конструкции усилителя-педали объединены усилитель, громкоговоритель и две педали. Такая конструкция была использована для балалайки прима. На рис. 31 показаны общий вид и устройство корпуса усилителя-педали. Размеры ящика рассчитаны на эллиптический громкоговоритель 1ГД-9 и усилитель на лампах пальчиковой серии. Ширина ящика равна 160 *мм*.

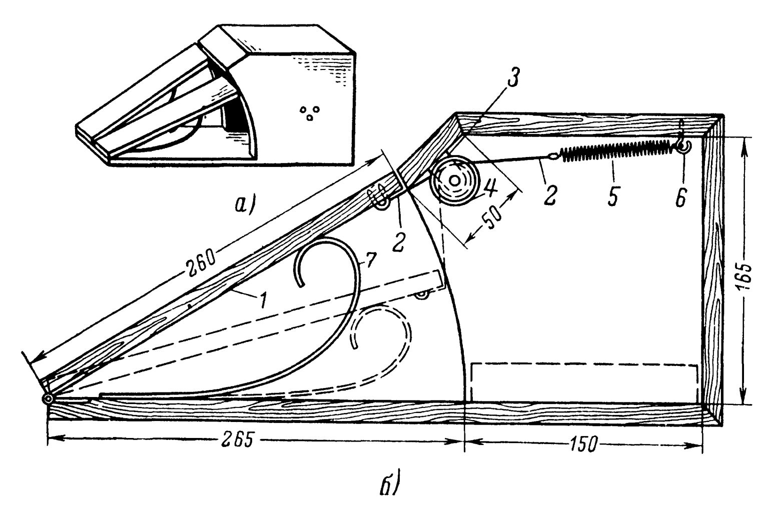


Рис. 31. Усилитель-педаль.
а — общий вид; *б* — устройство.

Остановимся более подробно на конструкции педали в установке. К передней наклонной панели толстым металлическим угольником *3* крепят переменное сопротивление, на ось которого надет шкив *4*. Один конец тросика *2* прикрепляют к краю подвижной деревянной панели *1*, а другой — к пружине *5*. Второй конец пружины крепят к металлическому штифту *6*. На нижней деревянной панели укрепляют вспомогательную пружину *7*, с помощью которой пружина *5* возвращает педаль в исходное положение. Пружину *5* делают из стальной проволоки, а пружину *7* — из куска старой патефонной пружины. Принцип действия педали ясен из рисунка.

Поскольку регулировка звучания педалями непривычна для исполнителя на щипковых инструментах, то требуется определенный навык, чтобы пользоваться одновременно двумя педалями. Необходимо сначала освоить педаль регулировки громкости, а затем — регулировки тембра.

ВНЕШНЕЕ ОФОРМЛЕНИЕ И НАЛАДКА УСТАНОВКИ

Уделяя большое внимание качеству звукоснимателя и усилителя, не следует забывать и о внешнем оформлении всей установки.

Ящик, в котором собирается усилитель с громкоговорителем, должен быть красиво и со вкусом оформлен.

Для изготовления ящика лучше всего использовать твердые лиственные породы: дуб, орех, бук, клен или березу. Дуб полируется с трудом, но зато у него красивый рисунок, который можно еще больше оттенить соответствующей подкраской. Береза хорошо полируется и окрашивается под орех или красное дерево, однако древесина березы легко деформируется под действием влаги. Древесина хвойных пород смолиста и плохо поддается отделке.

Наиболее доступен в любительских условиях способ прозрачной отделки, применяемый для отделки ящиков из древесины лиственных пород. Ниже приводятся некоторые рецепты окрашивания древесины.

Для окрашивания древесины березы и бука под красное дерево смешивают два раствора: медного купороса (50 *г* на 1 *л* воды) и желтой кровяной соли (100 *г* на 1 *л* воды). Для окрашивания древесины березы, дуба и

бука в красновато-коричневый цвет берут ореховой морилки 20 *г*, красителя «Рубин» 2 *г* на 1 *л* воды. Для окрашивания древесины в коричневый цвет используют краситель следующего состава: кислотный хром коричневый — 15 *г*, уксусная кислота — 15 *см*^{3}, квасцы алюминиевые — 55 *г* на 5 *л* воды. Окрасить ящик в коричневый цвет любого оттенка можно краской «бейц», растворенной при постоянном перемешивании в горячей воде. Желаемый оттенок можно получить в зависимости от концентрации раствора.

Для отделки ящиков для усилителей или для изготовления корпуса некоторых «немых» инструментов в любительских условиях можно с успехом применить плексиглас (органическое стекло), который легко обрабатывается, изгибается и склеивается дихлорэтаном. Так, например, корпус «немой» гавайской гитары, изображенной на рис. 19, может быть сделан из органического стекла толщиной 8—10 *мм*. Здесь могут быть соблюдены все размеры корпуса, указанные на чертеже. Для большей прочности с задней стороны корпуса крепится продольная планка, соединяющая верхнюю и нижнюю части корпуса. Для надежности дека с обечайками, кроме клея, соединяется в нескольких местах медными шпильками, разогретыми паяльником.

Отделать корпус немой гавайской гитары, сделанный из органического стекла, можно следующим образом. После окончания сборки корпуса внутренние стороны его покрываются черным спиртовым лаком в два-три слоя. Лак наносится обычной кисточкой. Внешне такой корпус будет выглядеть, как хорошо полированное дерево. Для отделки по краям обечаек можно наклеить полоски белого ракорда. Края верхней деки отделывают белым целлулоидом. Можно также отделывать и наружные стенки ящика усилителя тонким плексигласом, покрытым с одной стороны черным лаком.

Вырез для громкоговорителя на передней стороне ящика закрывается прямоугольной рамкой с драпировкой декоративной материей, причем отверстие обязательно следует закрыть какой-либо прочной сеткой или решеткой, чтобы при переноске не повредить диффузор.

Из готовых ящиков, подходящих по форме и размерам, можно использовать фанерный футляр для грампластинок. В таком ящике можно разместить усилитель

с громкоговорителем для гитары. Ручки управления и гнезда включения удобно разместить на верхней стенке.

Окончательную регулировку адаптеризованного инструмента следует производить с установленным на нем звукоснимателем. Прежде всего необходимо добиваться чистого звучания аккордов (без дребезжаний и хрипов) даже при самом резком возбуждении струн. Поскольку снимать частотные характеристики звукоснимателей сложно, окончательную наладку их производят на слух. В звукоснимателях с резиновыми демпферами их размеры и упругость подбираются практически. В электромагнитных звукоснимателях подбираются зазоры между колеблющейся пластинкой и полюсами магнита или между струнами и звукоснимателем. Все эти факторы, так же как и выбор места для установки звукоснимателя на инструменте, в какой-то мере влияют на отдачу и качество звучания.

Как видно из таблиц частотного диапазона и технических характеристик щипковых инструментов, приведенных в приложении, существует зависимость между нижним пределом частотного диапазона инструмента и размерами его корпуса. Помимо этого электрическая мощность усилителя и громкоговорителя для инструментов басовой группы должна быть значительно больше, чем, например, для балалайки прима.

Конструируя переносный усилитель, конструктор стремится получить, кроме высококачественного воспроизведения звука, возможно меньшие размеры и вес установки. При этом необходимо помнить, что чрезмерное уменьшение размеров установки за счет использования маломощного громкоговорителя приводит к ухудшению качества звука (дребезжание вследствие перегрузки). С другой стороны, использование слишком мощного усилителя и громкоговорителя для малого инструмента (например, для балалайки прима) приводит к усложнению схемы, к излишнему весу и размерам, хотя запас мощности и обеспечивает некоторое улучшение качества звучания.

Для адаптеризованных инструментов на панели усилителя желательно иметь возможно меньше ручек управления, так как в процессе игры исполнителю не всегда представляется возможность пользоваться ими. Целесообразно все частотные коррекции произвести в процессе

налаживания, а на панель усилителя вывести только ручку регулятора громкости. Регулировку тембра удобнее осуществлять с помощью кнопочного или клавишного переключателя. На «немой» гитаре все ручки регулировки можно установить на деке.

В корпусе «немого» инструмента можно, например, собрать предварительный каскад усилителя на транзисторах с регулировкой громкости, схему электрического вибрато, различные схемы для изменения тембра (тембровый блок) и т. п.

Наибольший интерес представляет конструкция электрогитары, в которой усилитель, собранный на полупроводниковых приборах, и громкоговоритель находятся внутри самого инструмента. Улучшая такую конструкцию, можно получить музыкальный инструмент с новым, не свойственным обычной гитаре звучанием.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

КАМЕРТОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Камертон применяется при настройке музыкальных инструментов, а также для проверки правильности тона, взятого голосом. Громкость камертона очень невелика, кроме того, его звук затухает. Правда, если его укрепить на открытом с одной стороны деревянном ящике, полость которого настроена в резонанс с его основным тоном, то громкость звучания камертона несколько увеличится, а время звучания уменьшится.

Во многих случаях бывает необходимо, сохранив основное качество камертона как источника стабильной высоты звука, значительно увеличить громкость и особенно длительность его звучания. В таких случаях применяется специальное устройство — камертонный генератор, в котором как громкость, так и длительность звучания практически не ограничены при сохранении основного качества камертона.

На рис. 32 дана простая схема камертонного генератора. Поскольку необходимо воспроизвести лишь одну частоту (440 *гц*), требования к усилителю и громкоговорителю могут быть снижены. В качестве звукоснимате-

лей (K_1 и K_2) могут быть использованы электромагнитные телефоны ТА-4, ТОН-1 или ТОН-2 без всякой переделки (снять только амбушюр и мембрану). При правильном включении обмоток камертонный генератор не требует наладки.

Камертон с адаптерами может быть укреплен как непосредственно на шасси усилителя, так и на отдельной панели. Можно собрать камертонный блок отдельно и подключить его к имеющемуся усилителю для музы-

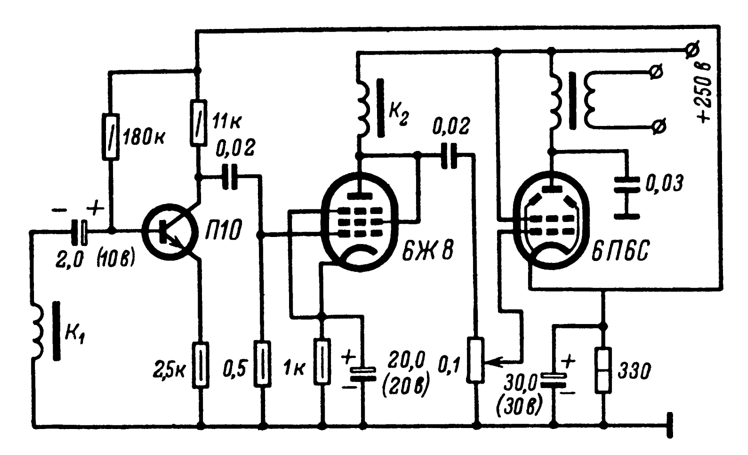


Рис. 32. Схема камертонного генератора.

кального инструмента, предусмотрев возможность включения телефона K_2 вместо анодного сопротивления (или последовательно с ним) во второй лампе.

На рис. 33 дан чертеж одного из возможных вариантов крепления камертона и звукоснимателей. В стойках *3* предусмотрены прорези для перемещения звукоснимателей вверх и вниз и для установки необходимого зазора между их полюсами и камертоном *1*. На ножке камертона делают нарезку под гайку. Крепление камертона должно быть очень надежным. В данной конструкции использован стальной камертон, называемый дирижерским. Пригодны также камертоны школьные (демонстрационные), медицинские и т. п. Нашей промышленностью выпускаются камертоны и из немагнитного материала. Эти камертоны также можно использо-

вать, для чего на концах ветвей, с наружной стороны, напаиваются железные пластинки; после этого камертон соответственно настраивается. Для повышения частоты камертона ветви спиливаются сверху, для понижения — уменьшается толщина основания ветвей.

Следует иметь в виду, что камертон, помещенный в сильное магнитное поле, заметно понижает свою частоту за счет магнитного торможения.

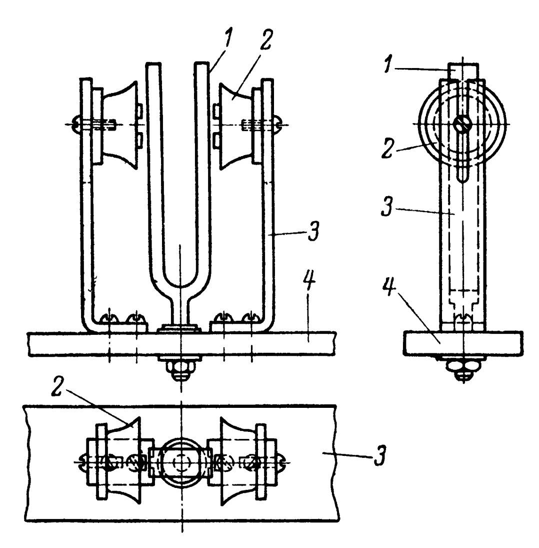


Рис. 33. Камертонный блок.
1 — камертон; 2 — звукосниматель; 3 — стойки; 4 — шасси.

Подстройка камертонов требует хорошего музыкального слуха, ибо изменение основной частоты более чем на 4 цента (1 *гц*) недопустимо.

Ниже описана конструкция камертонного генератора, в котором вместо обычного камертона используется тонкая стальная пластинка (язычок), заменяющая камертон, а усилитель собран на полупроводниковых триодах. Возбужденная пластинка дает сложный звук, в данном случае напоминающий звучание гобоя, по которому обычно настраивается симфонический оркестр. Использование пластинки вместо камертона позволяет значитель-

но упростить конструкцию генератора. Кроме того, пластинка возбуждается значительно быстрее, чем камертон. Схема такого генератора дана на рис. 34. Она чрезвычайно проста как в изготовлении, так и в налаживании и имеет минимальное количество деталей. Питание ее осуществляется от одной батарейки для карманного фо-

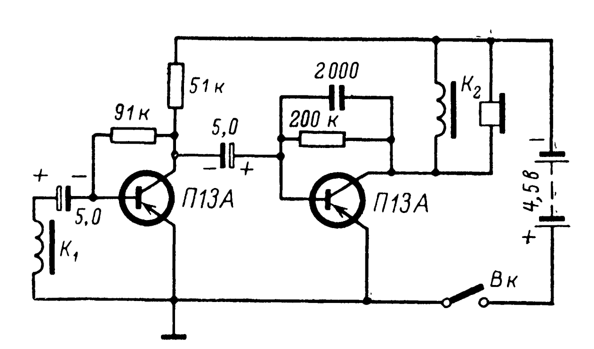


Рис. 34. Схема камертонного генератора на транзисторах.

наря. Вместо громкоговорителя использован электромагнитный телефон.

На рис. 35 показаны конструкция камертонного блока и размеры пластинки, изготовленной из обычного ножовочного полотна толщиной 0,6 *мм*. Для более точной подстройки пластинки рекомендуется на ее концы напаять немного олова и в процессе подстройки спиливать его по мере необходимости. Основание *1*, на котором смонтирована пластина, может быть сделано из немагнитного материала толщиной не менее 10—15 *мм*. При помощи металлической накладки *5* стальная пластинка *6*, находящаяся на подставке *4*, прижимается к ней.

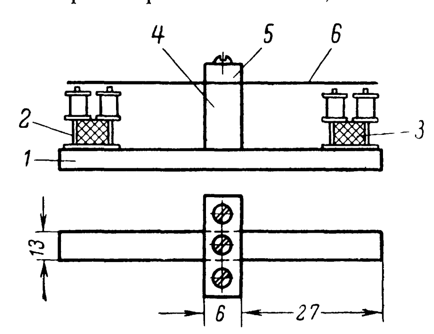


Рис. 35. Камертонный блок с пластинкой.

Высота подставки зависит от высоты магнитной системы и зазора. Способ крепления пластинки может быть и иным, но важно, чтобы она была зажата весьма жестко и прочно. Магнитную систему *3* (с катушками от тех же телефонов) крепят к основанию с помощью металлических хомутиков с угольниками *2*.

На рис. 36 показан внешний вид портативного камертонного генератора. На верхнюю крышку ящика выведена кнопка для включения питания. Частота настроенной пластинки в данной конструкции равна 440 *гц*.

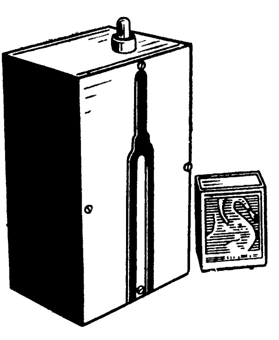


Рис. 36. Внешний вид камертонного генератора на транзисторах.

Иногда бывает необходимо получить несколько звуков или, например, полную октаву из 12 хроматически настроенных звуков. Для этого нужно сделать 12 стоек с соответственно настроенными пластинками, под обоими концами которых будут помещены адаптеры, попеременно включаемые в схему возбуждения.

Для использования камертонного генератора в небольших помещениях можно применить схему на транзисторах (рис. 34). Для применения камертонного генератора в оркестрах или в шумных помещениях используется ламповая схема (рис. 32). Возможен вариант изготовления только одного камертонного блока (с возбуждением), который можно будет включать на какую-либо стационарную усилительную установку и подавать звук по линии с необходимой громкостью в то или другое помещение.

Камертонный генератор может найти широкое применение среди музыкантов и в быту для настройки музыкальных инструментов, у настройщиков роялей и пианино, на баянных и фортепианных фабриках, в ремонтных музыкальных мастерских и т. п.

В сочетании с различными тембровыми устройствами и высококачественным усилителем низкой частоты камертонный генератор может послужить хорошей основой для создания специального электромузыкального инструмента.

ГЛАВА ПЯТАЯ

АДАПТЕРИЗАЦИЯ СТАЛЬНЫХ ВИБРАТОРОВ

Существует довольно большая и весьма распространенная группа музыкальных инструментов с так называемыми проходящими язычками (фисгармония, баян, аккордеон, губная гармоника и т. п.).

Такой язычок представляет собой тонкую упругую металлическую пластинку (латунную или стальную) прямоугольной формы, одним концом приклепанную к металлической рамке. Отверстие в рамке делается несколько большим, чем сама упругая пластинка. Если сквозь отверстие рамки, прикрытое язычком, продувать воздух, то язычок начнет колебаться, попеременно открывая и закрывая отверстие, в результате чего с обеих сторон язычка будут образовываться сгущения и разряжения, т. е. возникнут звуковые колебания.

Каждый язычок имеет определенный период собственных колебаний, соответствующий его основному тону. Частота основного тона пластинки зависит от ее геометрических размеров (длина, толщина) и от физических свойств материала (удельный вес, модуль упругости). Из-за конструктивных особенностей инструментов с проходящими язычками в них трудно производить преобразование колебаний язычков каким-либо звукоснимателем, поэтому (в некоторых зарубежных конструкциях) внутри инструмента устанавливается двусторонний микрофон специальной конструкции. Применяя усилительно-воспроизводящую установку значительной мощности с коррекцией басов и схему искусственного вибрато, можно получить музыкальный инструмент с органным звучанием.

В описываемых ниже конструкциях электромузыкальных инструментов могут быть использованы готовые либо специально изготовленные для этой цели язычки. В некоторых конструкциях инструментов в качестве вибраторов могут быть также использованы упругие стальные стержни.

В любительских условиях материалом для изготовления пластин могут служить старые пружины от больших часов, ножовочные полотна, оголовье от электромагнитных телефонов и т. п. Короткие упругие стальные стерж-

ни могут быть сделаны из толстой фортепианной проволоки, стальных вязальных спиц и т. п.

ВОЗБУЖДЕНИЕ ВИБРАТОРОВ УДАРОМ ИЛИ ЩИПКОМ

Вибраторы в виде коротких упругих стержней трудно возбудить электромагнитным способом из-за их малой длины и поверхности. Поэтому при конструировании электромузыкального инструмента с вибраторами такого типа следует возбуждать их ударом или щипком.

Стержень крепят к стойке точно в середине, а звукосниматель устанавливают только под одним его концом. По другому концу производят удар или щипок. Звук возникает мягко и плавно, без щелчков. На каждой стойке можно укрепить одновременно по два стержня. Дополнительный стержень расстраивают по отношению к основному на 5—7 *гц*. В результате звук получается вибрирующий, или, как говорят, «с разливом».

Для возбуждения вибраторов целесообразно использовать ударный механизм рояля или пианино с их клавиатурой. При возбуждении таким способом в процессе исполнения возможны тонкие динамические оттенки, свойственные этим инструментам.

Поскольку вибраторы в виде стержней не так напряжены, как струны, то, для того чтобы сохранить нормальную технику фортепианной игры, можно сделать следующее приспособление. Обычный фортепианный ударный механизм ударяет не непосредственно по вибратору (или вибраторам), а по специальной пластинке, с которой связан дополнительный молоточек облегченного типа (примерно $^{1}/_{20}$ нормального).

Так же как в рояле или пианино, здесь можно применять ножные педали, например левую—для общей регулировки громкости (электрическим способом), а правую — для демпфирования дополнительных вибраторов в процессе исполнения. Следует предусмотреть возможность и общего демпфирования.

Многоголосный электромузыкальный инструмент с вибраторами в виде стержней или пластин может быть оформлен в виде пианино небольших размеров. Длина инструмента лимитируется его частотным диапазоном (размерами клавиатуры), а высота и ширина — удоб-

ством исполнения, размерами ударного механизма и блока вибраторов. Различные схемы формирования звука могут быть собраны в корпусе инструмента. Здесь же может быть помещен и усилительно-воспроизводящий тракт.

Интересную конструкцию многоголосного электромузыкального инструмента можно сделать, используя в нем одновременно два способа возбуждения и две клавиатуры. Первая клавиатура будет предназначена для возбуждения вибраторов ударным механизмом. Вторая клавиатура будет служить для управления звуком самовозбуждающихся пластин. Такая конструкция значительно расширит музыкально-исполнительские возможности инструмента.

ВОЗБУЖДЕНИЕ ВИБРАТОРОВ «МАГНИТНЫМ ЩИПКОМ»

В многоголосном электромузыкальном инструменте, в котором в качестве вибраторов используются стальные язычки, целесообразно возбуждать их так называемым «магнитным щипком» (рис. 37).

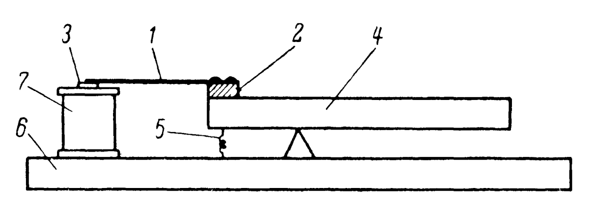


Рис. 37. Стальная пластинка (язычок), возбуждаемая «магнитным щипком».

1 — стальная пластинка; *2* — металлическая прокладка; *3* — магнит; *4* — клавиша; *5* — пружина возврата клавиши; *6* — основание; *7* — катушка.

Соответственно настроенная стальная пластинка (язычок) одним концом приклепывается к достаточно толстой пластинке из любого металла, которая в свою очередь закрепляется на конце клавиши. В свободном положении клавиши настроенная пластинка лежит на магните с катушкой. При нажатии клавиши пластинка, преодолевая магнитное притяжение, отрывается от магнита и начинает колебаться с собственной частотой. Колебания пластинки изменяют магнитное поле, вследствие чего в катушке появляется переменная э. д. с.

В данной конструкции магнит служит одновременно частью звукоснимателя и приспособлением для возбуждения пластинки. В момент возвращения клавиши в исходное положение пластинка прилипает к магниту, в результате чего появляется сильный щелчок. Во избежание этого следует под клавишей установить специальное контактное устройство, разрывающее цепь катода в момент соприкосновения пластинки с магнитом.

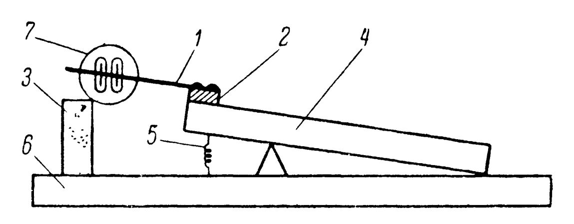


Рис. 38. Другой вариант возбуждения и снятия колебаний стальной пластинки.

1 — стальная пластинка; *2* — металлическая прокладка; *3* — магнит; *4* — клавиша; *5* — пружина возврата клавиши; *6* — основание; *7* — электромагнитный звукосниматель.

Возможен другой вариант возбуждения язычков «магнитным щипком». Настроенная пластинка укреплена также на конце клавиши вышеуказанным способом. В свободном положении клавиши пластинка лежит только на магните. При нажатии клавиши она отрывается от магнита и колеблется в поле самостоятельного электромагнитного звукоснимателя, установленного сбоку от колеблющейся пластинки (рис. 38). Магнит может быть любой удобной формы и размеров. Здесь важно получить для каждой отдельной пластинки «магнитный щипок» необходимой силы. В нижнем регистре, например, пластины могут быть более длинными и гибкими и, следовательно, для них потребуется незначительная сила притяжения (иначе они не будут отрываться от магнита). Чем выше собственная частота язычков, тем они будут более короткими и жесткими, и поэтому магнит для их возбуждения должен быть более сильным.

Понижение частоты колебаний пластин при одинаковой ширине и толщине их целесообразнее делать не за счет их удлинения, а за счет постепенного увеличения массы свободного конца. Таким способом можно выров-

нять длину значительного числа пластин, а весь диапазон разбить на несколько групп с пластинами примерно одинаковой длины, что конструктивно удобнее.

Для некоторых пластин звукосниматель удобнее будет устанавливать либо над колеблющейся пластинкой, либо перед ее свободным концом. Чем ближе стальная пластинка к звукоснимателю, тем больше его отдача. Однако слишком близкое расположение звукоснимателя по отношению к пластине изменяет ее частоту, а при удалении пластины от звукоснимателя требуется большее усиление. Учитывая это, следует экспериментально подбирать расстояние между звукоснимателем и пластиной, обеспечивающее необходимую громкость и высоту.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЯЗЫЧКИ С ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИМИ ЗВУКОСНИМАТЕЛЯМИ

В данной конструкции крепление металлического (стального или латунного) язычка осуществляется точно так же, как и в двух предыдущих, т. е. на конце клавиши. В торец клавиши крепят довольно толстый угольник из любого металла. Язычок *1* и угольник *2* образуют переменный конденсатор, одной обкладкой которого является толстый угольник, а другой — металлический язычок (рис. 39). Клавиша не связана ни с каким механизмом для возбуждения язычка. При ударе пальцем по клавише язычок начинает колебаться с собственной частотой. Вследствие колебаний подвижной пластинки изменяется расстояние между обкладками, а следова-

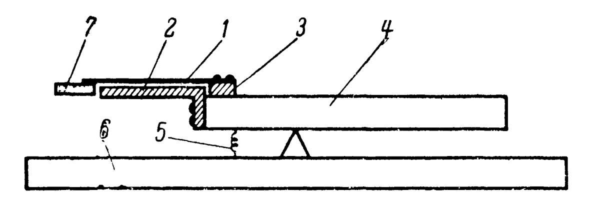


Рис. 39. Электростатический способ снятия колебаний металлической пластинки.

1 — металлическая пластинка; *2* — металлический угольник; *3* — металлическая прокладка; *4*—клавиша; *5*— пружина возврата клавиши; *6* — основание; *7* — демпфер.

тельно, и емкость. Эти изменения емкости затем преобразуются в изменения напряжения указанными выше способами.

После того как будет подобран зазор между угольником и язычком при самом интенсивном ударе по клавише, всю систему следует закрыть экранирующим чехлом. Таким образом, на каждой клавише будет находиться самостоятельный генератор колебаний с определенной частотой, что может послужить основой для создания многоголосного электроинструмента.

Пальцевое управление громкостью звука генератора позволит получить тонкие динамические оттенки.

Применяя транзисторы и миниатюрные радиодетали, можно собрать схемы включения электростатического звукоснимателя и предварительный каскад усиления в непосредственной близости от вибратора.

При использовании электроинструментов с адаптеризованными вибраторами в больших помещениях следует при выборе схемы усилительно-воспроизводящего тракта обратить особое внимание на специфику звукообразования (атаку звука) в той или иной конструкции. Для инструментов с ударным или щипковым способом возбуждения надо иметь значительный запас мощности усилителя и громкоговорителя. Эти инструменты могут быть использованы не только как солирующие или аккомпанирующие, но также и как инструменты, позволяющие ввести дополнительные краски в ансамбли обычных инструментов. Так, например, в некоторых случаях может быть сконструирован инструмент с адаптеризованными вибраторами только для одного нижнего регистра.

Адаптеризация стальных пружин и стержней. Звучание адаптеризованных стальных пружин или длинных стержней напоминает звучание колоколов. Геометрические параметры вибраторов, способ крепления, а также место и способ их возбуждения подбираются практически. Электромагнитный звукосниматель крепится ближе к месту крепления вибратора, так как здесь будет наименьшее изменение амплитуды его колебаний.

Адаптеризованные вибраторы, имитирующие колокола, могут быть использованы в симфонических оркестрах, театральных постановках. Естественно, что мощность звуковоспроизводящей установки в этих случаях должна быть весьма значительной. Кроме того, любой

из адаптеризованных инструментов может быть использован для безмикрофонной записи на магнитофон.

Адаптеризация ручной пилы. Ручная пила может быть и музыкальным инструментом. Играют на пиле следующим образом. Ее деревянную ручку исполнитель зажимает между коленями. Левой рукой он держит конец пилы (узкий), а правой извлекает звук обычным смычком. Покачиванием пилы с определенной частотой исполнитель добивается получения вибрирующего звука. Такой музыкальный инструмент считается эксцентрическим и используется главным образом в эстрадных концертах, в цирковых программах, в самодеятельности.

Звучит пила очень приятно, однако для исполнения на ней необходимо иметь очень хороший музыкальный слух. Громкость ее звучания сравнительно мала, поэтому и здесь целесообразно применить адаптеризацию.

Конструкция звукоснимателя может быть очень простой. К деревянной ручке с обеих сторон тем или иным способом крепятся два электромагнитных телефона со снятыми амбушюрами и мембранами. Телефоны располагаются возможно ближе к ручке, а зазор между звукоснимателями и стальной пилой подбирается практически.

В задачу настоящей главы не входило подробное и полное описание каких-либо конкретных, законченных конструкций электромузыкальных инструментов с адаптеризованными вибраторами. Мы хотели только подсказать радиолюбителю-конструктору некоторые приемы адаптеризации разных вибраторов, которые не могли быть использованы без электроакустического усиления.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАХ

Щипковыми называют струнные музыкальные инструменты, звук на которых создают ударом упругой пластинки (медиатор) по струнам или щипком пальца. К щипковым инструментам относятся: домры, балалайки, мандолины, гитары и др. Они состоят из корпуса и прикрепленного к нему грифа, на котором натянуты

струны. Гриф разделен специальными металлическими перегородками на участки, называемыми ладами.

При игре на щипковом инструменте правой рукой, возбуждая струну, создают звук, а пальцами левой руки изменяют высоту его, прижимая струны к ладам.

Домры и балалайки составляют основу русских народных оркестров, широко распространенных в нашей

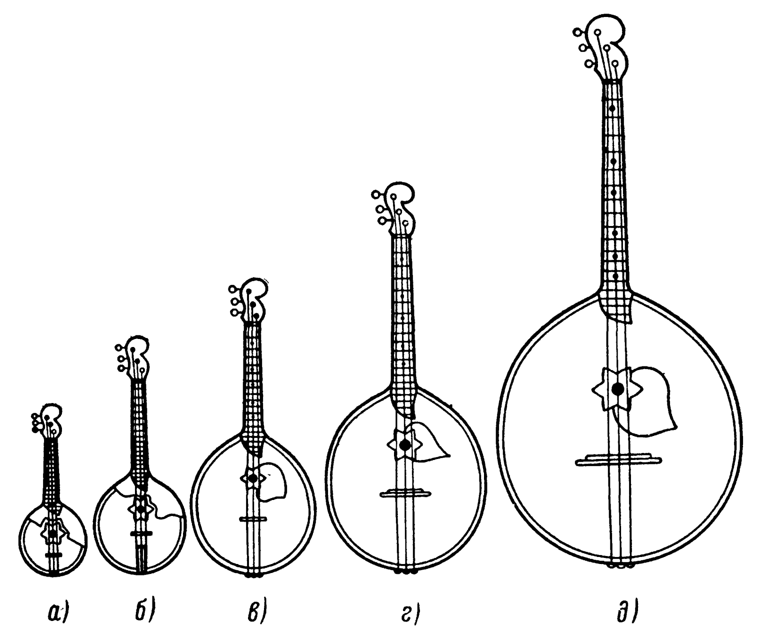


Рис. 40. Разновидности трехструнных оркестровых домр.
а — пикколо; *б* — прима; *в* — альт; *г* — тенор; *д* — бас.

стране. Массовыми музыкальными народными инструментами являются мандолины и гитары, применяемые в различных ансамблях и для сольной игры.

Домра. Оркестровые домры бывают трехструнные и четырехструнные. Возбуждаемые упругой пластинкой — медиатором (плектром), струны домры дают острый и резкий звук. Трехструнные домры имеют несколько разновидностей (рис. 40).

Домра прима является основным видом группы и широко используется как сольный инструмент. Она

имеет следующий строй: первая струна — *ре* второй октавы, вторая — *ля* первой октавы и третья — *ми* первой октавы. Диапазон звучания — от *ми* первой октавы до *фа-диез* третьей.

Домра альт имеет строй: первая струна — *ре* первой октавы, вторая — *ля* малой октавы и третья струна — *ми* малой октавы. Диапазон от *ми* малой октавы до *фа-диез* второй октавы.

Домра бас имеет следующий строй: первая струна — *ре* малой октавы, вторая струна — *ля* большой октавы и третья — *ми* большой октавы. Диапазон звучания — от *ми* большой октавы до *соль* первой.

Иногда в оркестрах больших составов применяются домра тенор и домра контрабас. Все виды домр имеют одинаковую форму и отличаются только размерами. На 2, 5, 7, 10 и 12-м ладах для ориентировки находятся перламутровые кружочки. Подставка для струн на домре передвижная. Поэтому, прежде чем настраивать домру, следует правильно установить подставку. При правильном положении подставки прижатая на 12-м ладу струна должна звучать точно в октаву с открытой струной.

Настройка домры прима производится следующим образом. Настроив по камертону в унисон вторую струну *ля*, прижимают ее на 5-м ладу и получают звук *ре*, т. е. звук открытой первой струны. После этого нажимают струну *ля* на седьмом ладу и получают звук *ми* в октаву с открытой третьей струной, которую уже нетрудно подстроить правильно.

Четырехструнные домры по своей форме и конструкции также сходны между собой и отличаются лишь размерами и строем.

Домра пикколо имеет строй: первая струна—*ля* второй октавы, вторая — *ре* второй октавы, третья — *соль* первой октавы и четвертая — *до* первой октавы. Диапазон звучания — до звука *ми* четвертой октавы.

Домра прима имеет строй: первая струна — *ми* второй октавы, вторая — *ля* первой октавы, третья — *ре* первой октавы и четвертая — *соль* малой октавы. Диапазон звучания — до звука *си* третьей октавы.

Домра альт имеет строй: первая струна — *ля* первой октавы, вторая — *ре* первой октавы, третья — *соль*

малой октавы и четвертая — *до* малой октавы. Диапазон звучания — до звука *ми* третьей октавы.

Домра тенор имеет строй: первая струна — *ми* первой октавы, вторая — *ля* малой октавы, третья — *ре* малой октавы и четвертая — *соль* большой октавы. Диапазон звучания — до *ля* второй октавы.

Домра бас имеет строй: первая струна — *ля* малой октавы, вторая — *ре* малой октавы, третья — *соль* большой октавы и четвертая — *до* большой октавы. Диапазон звучания — до *ми* второй октавы.

Домра контрабас имеет строй: первая струна — *соль* большой октавы, вторая струна — *ре* большой октавы, третья — *ля* контроктавы и четвертая — *ми* контроктавы. Диапазон звучания — до *соль* малой октавы.

Балалайка. Звук балалайки звонкий, светлый у малых разновидностей и более густой у низкой группы. Способ игры (взмахом кисти и ударом пальцев) дает резкую атаку, ударный и слегка шелестящий оттенок.

Число струн на балалайке — три. Однако для достижения некоторого усиления звука изготовляются и четырехструнные (с удвоением верхней струны), а также шестиструнные (с удвоением всех струн) балалайки. По форме все виды оркестровых балалаек сходны между собой (рис. 41). Разница заключается лишь в размере и строе.

Балалайка прима является основным видом группы и широко применяется для сольной игры, а в оркестре применяется для исполнения ведущих партий. Ее строй: первая струна — *ля* первой октавы, вторая и третья — *ми* первой октавы. Диапазон звучания от *ми* первой октавы до *ми* третьей октавы.

Балалайка секунда имеет строй: первая струна — *ре* первой октавы, вторая и третья — *ля* малой октавы. Диапазон звучания — от *ля* малой октавы до *фа* второй октавы.

Балалайка альт имеет строй: первая струна — *ля* малой октавы, вторая и третья — *ми* малой октавы. Диапазон звучания — от *ми* малой октавы до *до* второй октавы. Звуки этого инструмента пишутся в скрипичном ключе октавой выше их действительного звучания.

Балалайка бас имеет строй: первая струна — *ре* малой октавы, вторая — *ля* большой октавы и третья —

ми большой октавы. Диапазон звучания — от *ми* большой октавы до *соль* первой октавы.

Балалайка контрабас имеет строй: первая струна — *ре* большой октавы, вторая — *ля* контроктавы и третья — *ми* контроктавы. Диапазон звучания — от *ми* контроктавы до *ми* малой октавы. Ноты пишутся в басовом ключе на октаву выше их действительного звучания. На балалайках бас и контрабас играют обычно кожаным медиатором.

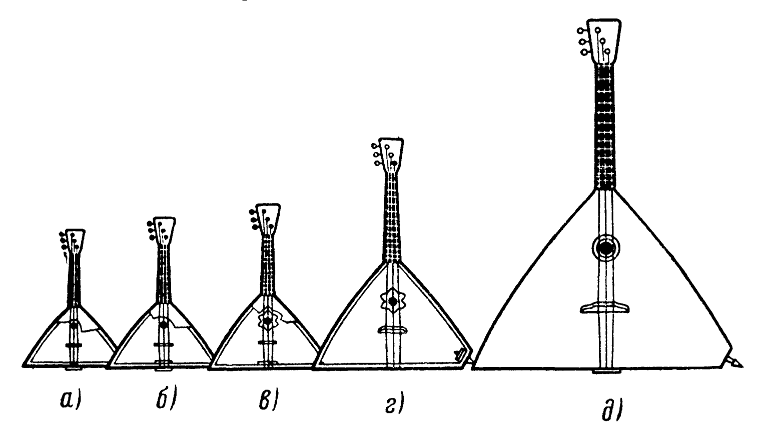


Рис. 41. Разновидности оркестровых балалаек.
а — прима; *б* — секунда; *в* — альт; *г* — бас; *д* — контрабас.

Подставка у балалаек передвижная. Поэтому, прежде чем приступить к настройке, следует сначала установить точное местоположение ее на инструменте. Настройка балалайки, например примы, производится следующим образом. С помощью камертона настраивают первую струну *ля*. Вторая струна, будучи прижата на пятом ладу, должна звучать в унисон с открытой первой струной. Третья струна настраивается в унисон со второй.

Мандолина. Мандолина по конструкции близка к домре, но имеет более удлиненную вверх грушевидную форму корпуса, более короткую шейку и четыре парные стальные струны, причем первые две пары гладкие, а другие две — обвитые. Звук извлекается с помощью медиатора.

Мандолины бывают овальные (неаполитанские) и плоские (португальские) (рис. 42). Строй, диапазон и способ игры на них одинаковы, однако звучание их несколько различается.

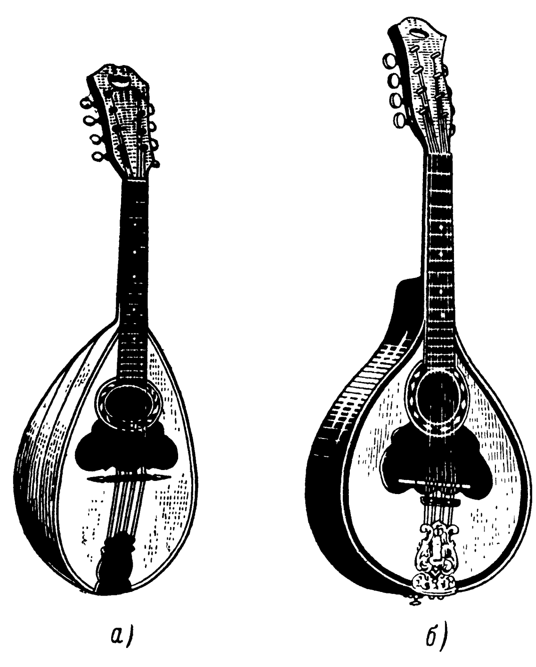


Рис. 42. Мандолины.
а — неаполитанская; *б* — португальская.

Строй мандолины следующий: первая пара струн — *ми* второй октавы, вторая — *ля* первой октавы, третья — *ре* первой октавы и четвертая — *соль* малой октавы. Каждая пара струн настраивается в унисон. Диапазон звучания — до *си* третьей октавы.

Настройку мандолины надо начинать со второй струны *ля*, добиваясь, чтобы она звучала в унисон с камертоном. Затем, прижав струну *ля* на пятом ладу, настраивают третью струну *ре*. Открытая третья струна должна звучать на октаву ниже полученного звука *ре*. Таким же образом настраивают и четвертую струну *соль*, пользуясь для проверки звуком *соль*, полученным

путем нажатия третьей струны на пятом ладу. Для настройки первой струны нажимают вторую струну *ля* на седьмом ладу и получают звук *ми*, который должен звучать в унисон с открытой струной *ми*.

Гитара. Гитару, пожалуй, можно считать одним из самых популярных и распространенных музыкальных инструментов. Характерной особенностью этого инструмента по сравнению с рассмотренными выше щипковыми инструментами, помимо формы и величины корпуса, является крепление струн к подставке, непосредственно приклеенной или привинченной к нижней части деки, что способствует образованию специфически острого, но вместе с тем довольно мягкого и певучего звука. Однако встречаются гитары (например, в эстрадных ансамблях), которые имеют струнодержатель и подвижную подставку с возможностью регулировки ее высоты. По количеству струн, настройке и способу игры различают три разновидности гитар.

Шестиструнная (испанская) гитара обычно используется как сольный, концертный инструмент. Ее строй: первая струна — *ми* первой октавы, вторая — *си*, третья — *соль*, четвертая — *ре* малой октавы, пятая — *ля*, шестая — *ми* большой октавы. Диапазон звучания — от *ми* большой октавы до *ми* третьей октавы. Иногда гитаристы-профессионалы перестраивают нижнюю басовую струну на тон ниже.

Семиструнная (русская) гитара применяется преимущественно для сопровождения пения и исполнения концертных музыкальных произведений. Она также находит применение в ансамблях с другими щипковыми инструментами. Существуют следующие модели этой гитары:

Нормальная (или полномерная, большая) гитара находит большое применение в быту. Ее строй: первая струна — *ре* первой октавы, вторая — *си*, третья — *соль*, четвертая — *ре* малой октавы, пятая — *си*, шестая — *соль*, седьмая — *ре* большой октавы. Диапазон звучания — от *ре* большой октавы до *ре* третьей октавы. Иногда пятая струна *си* перестраивается на полтона выше — в *до* малой октавы.

Терц-гитара имеет настройку на терцию выше, чем у нормальной.

Кварт-гитара имеет настройку на кварту выше, чем у нормальной.

Квинт-гитара имеет настройку на квинту выше нормальной. Это самая маленькая модель.

На грифе гитары, как и у ряда других щипковых инструментов, имеются лады (от 17 до 24). На некоторых ладах (главным образом 5, 7 и 12-м, считая от верхнего порожка) врезаются перламутровые или костяные кружочки, служащие для облегчения ориентировки на грифе.

Семиструнную гитару настраивают следующим образом. Первую струну *ре* натягивают или опускают до тех пор, пока она, будучи прижата на седьмом ладу, не даст звук, одинаковый в камертоном *ля*. Прижимать струну следует около металлической перегородки, а не на ней самой, в противном случае получает «тупой» звук. Вторая струна, будучи прижата на третьем ладу, должна звучать в унисон с открытой первой струной. Третья струна прижимается на четвертом ладу и должна звучать в унисон с открытой второй струной. Четвертая, пятая, шестая струны строятся соответственно в октаву с первой, второй и третьей струнами. Седьмая струна строится в октаву с четвертой.

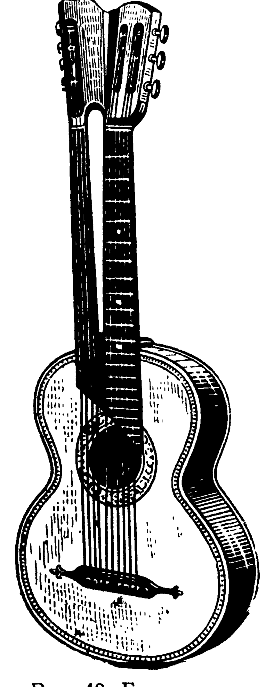


Рис. 43. Гитара с двумя грифами.

Кроме этих основных видов гитар, бывают еще гитары с двумя грифами (рис. 43). На втором грифе натягиваются четыре (иногда больше) басовые струны, настраиваемые весьма разнообразно. Ладов на втором грифе нет.

Иногда в джаз-оркестрах встречаются гитары только с четырьмя струнами. Делается это для того, чтобы на такой гитаре мог быстро научиться играть любой виолончелист.

На Западе в последние десятилетия внешняя форма и отделка гитары подверглись различным изменениям.

Таблица 1

Название инструмента	Строй инструмента	Предельные значения частотного диапазона, *гц*
Домра пикколо трехструнная		494—2 637
Домра прима трехструнная		330—1 480
Домра альт трехструнная		165—740
Домра тенор трехструнная		123—659
Домра бас трехструнная		82—392
Домра контрабас трехструнная		41—185
Домра пикколо четырехструнная		260—2 637
Домра прима четырехструнная		196—1 976
Домра альт четырехструнная		130—1 320

Название инструмента	Строй инструмента	Предельные значения частотного диапазона, *гц*
Домра тенор четырехструнная		90—880
Домра бас четырехструнная		65—660
Домра контрабас четырехструнная		41—392
Балалайка прима		330—1 320
Балалайка секунда		220—784
Балалайка альт		165—587
Балалайка бас		82—392
Балалайка контрабас		41—185
Мандолина		196—1 976

Название инструмента	Строй инструмента	Предельные значения частотного диапазона, *гц*
Гитара шестиструнная (испанская)		82—1 046
Гитара семиструнная (русская)		73—1 175
Гитара одиннадцатиструнная		65—1 175

Однако они проводились главным образом в декоративных целях и на качество звука влияли мало.

Гавайская гитара не является каким-либо особым видом гитары. Отличается она от обычных гитар главным образом устройством грифа и, что самое главное, способом исполнения на ней. Порожек и подставка на такой гитаре значительно выше, чем на обычной. Лады на грифе делаются скрытыми или фальшивыми (например, нанесением черточек краской или наклеиванием белого целлулоида), так как струны во время игры к грифу не прижимаются. При достаточно большом расстоянии от струн до грифа в качестве гавайской гитары можно использовать любую гитару. Число струн обычно равно шести.

Исполнитель держит гавайскую гитару на коленях. Иногда используется специальная стойка (подставка), и тогда исполнитель играет стоя. Во время игры в левой руке исполнителя находится металлическая, хорошо отполированная с одной стороны пластинка, которой он, слегка нажимая, скользит по струнам. Правой рукой, как обычно, возбуждаются струны. Это возбуждение

производится как пальцами, так и медиатором, а иногда — для получения резкого звука — и специальными металлическими наконечниками, надеваемыми на пальцы.

Особенностью исполнения на гавайской гитаре является, во-первых, то, что на ней исполняют только одноголосную мелодию (под аккомпанемент рояля или обычной гитары). Аккорды применяются лишь в некоторых удобных случаях. Во-вторых, при игре на гавайской гитаре применяется вибрато, т. е. при помощи скользящих колебательных движений металлической пластинки по струне создается периодическое (с частотой около 6 *гц*) изменение высоты звука. Вибрато делает звук более выразительным и сходным со звуком певческого голоса.

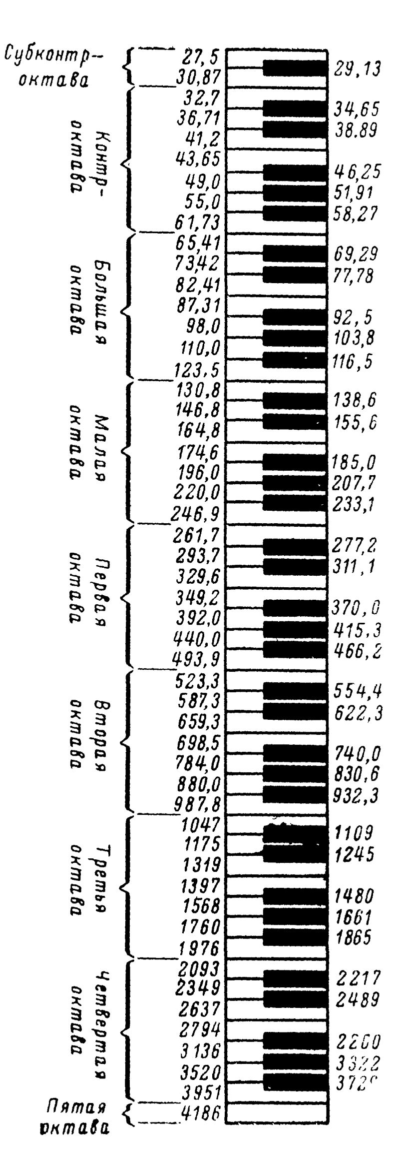
Частотный диапазон и строй щипковых музыкальных инструментов приведены в табл. 1, а размеры их даны в табл. 2.

Таблица 2

Наименование инструмента	Мензура*, *мм*	Общая длина, *мм*
Балалайка прима	435—456	690—700
Балалайка секунда	475	740—745
Балалайка альт	535	805—815
Балалайка бас	770	1 120—1 125
Балалайка контрабас	1 100	1 600 (без подпорки)
Домра прима трехструнная	380	630
Домра альт трехструнная	494	782
Домра бас трехструнная	686	1 023
Домра пикколо четырехструнная	268	445
Домра прима четырехструнная	355	570
Домра альт четырехструнная	401	644
Домра тенор четырехструнная	425	712
Домра бас четырехструнная	601	950
Домра контрабас четырехструнная	988	1 545
Мандолина	335—355	610—630
Гитара (нормальная)	610—630	940—950
Терц-гитара	560—585	900
Кварт-гитара	500—540	825
Квинт-гитара	460—490	760
Виолончель	690—710	1 650—1 670
Контрабас	1 070	2 000—2 010

* Мензура — длина колеблющейся части струн от верхнего порожка до подставки.

2. КЛАВИАТУРА ФОРТЕПИАНО



3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СМЫЧКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАХ

Из группы смычковых инструментов приводятся данные только о виолончели и контрабасе.

Виолончель

Виолончель (рис. 44) является одним из основных инструментов симфонического оркестра. На ней можно исполнять не только партию баса, но и весьма выразительно играть основную мелодию. Строй виолончели

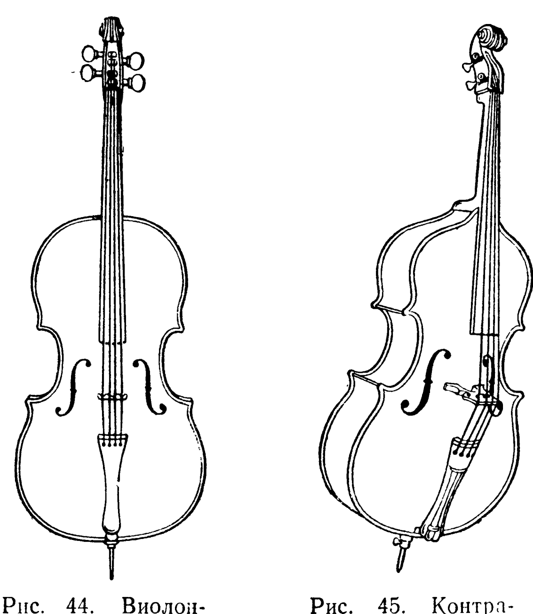


Рис. 44. Виолончель.

Рис. 45. Контрабас.

полностью совпадает со строем четырехструнной домры бас.

Струны на виолончели — *до*, *соль* и *ре* — в основе жильные. Первые две обвиты серебряной канителью, а третья — алюминиевой. Верхняя струна *ля* — стальная, обвитая алюминиевой канителью. Иногда все четыре струны имеют стальную основу.

Виолончели изготовляются полномерные и маломерные. Инструменты особо высокого качества изготовляются по индивидуальным заказам. Общая длина полномерного инструмента 1 650—1 670 *мм*. Мензура — 690—710 *мм*. Диапазон звучания — от *до* большой октавы до *ми* третьей.

Контрабас

Контрабас (рис. 45) имеет строй, полностью совпадающий со строем четырехструнной домры контрабас. Изредка применяются трех- и пятиструнные контрабасы. Все четыре струны обычного оркестрового контрабаса жильные. Две нижние струны обвиваются медной проволокой. Общая длина полномерного инструмента 2,0—2,1 *м*. Мензура — 1 070 *мм*.

ЛИТЕРАТУРА

Агарков О. М., Вибрато в игре на скрипке, Музгиз, 1956.

Зимин П. Н., Покупателю о музыкальных инструментах, Госторгиздат, 1961.

Корсунский С. Г. и Симонов И. Д., Электромузыкальные инструменты, Госэнергоиздат, 1957.

Прохоров Е. А., Электрогитара, «Радио», 1950, № 2, стр. 54—56.

Прохоров Е. А., Звукосниматели для щипковых инструментов, «Клуб», 1956, № 7, стр. 27—28.

Прохоров Е. А., Электрогитара, «Юный техник», 1959, № 1, стр. 62—65.

Прохоров Е. А., Адаптеризация музыкальных инструментов, Киев, ГИТЛ УССР, 1963.

Речменский Н., Оркестр русских народных инструментов, Музгиз, 1956.

Вингрис Л. Т. и Скрин Ю. А. Любительские конструкции многоголосных электромузыкальных инструментов, Госэнергоиздат, 1961.

Анфилов Г., Физика и музыка, Детгиз, 1962.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 14 коп.